# DARWINISMO

SAGGIO SULLA

# EVOLUZIONE DEGLI ORGANISMI

DI

GIACOMO CATTANEO

DOTTORE IN SCIENZE NATURALI.

MILANO

FRATELLI TREVES, EDITORI

1880

# DARWINISMO

# DARWINISMO

SAGGIO SULLA

# EVOLUZIONE DEGLI ORGANISMI

DI

GIACOMO CATTANEO

DOTTORE IN SCIENZE NATURALI.

MILANO

FRATELLI TREVES, EDITORI

1880.

# PREFAZIONE.

*Darwinismo, trasformismo, teoria della discendenza o dell' evoluzione* sono espressioni, che oggi si trovano sulle labbra e sulla penna di tutti. Ma ci vorrebbe una gran buona volontà, per credere che proprio nelle menti di tutti trovisi, precisa e completa, l'idea corrispondente. Anzi, non parrà esagerato l'asserire che finora, tra noi, di quelle dottrine è diventato *popolare* poco più che il nome, e che, eccettuati i cultori delle scienze naturali, pochi tra i cultori di altre discipline, e pochissimi nel pubblico hanno di esse un chiaro ed adeguato concetto. Eppure esse forniscono materia di discorso a molti, e stimolano vivamente la curiosità di tutti, perchè tutti intravvedono che le loro conseguenze non si restringono nei limiti delle scienze naturali, ma interessano anche le scienze morali e filosofiche, e non sono indegne dell'attenzione d'ogni mente sagace e pensosa.

Riflettendo che, in Germania e in Inghilterra, le dottrine evolutive sono state discusse in gravi lavori d'illustri scienziati, o rese popolari in conferenze, coronate di plauso, o in libri, onorati di molte edizioni e traduzioni, mi feci animo talvolta di domandare a parecchi: — Perchè non cercate d'informarvi meglio di quelle idee, di cui sì spesso parlate, sia per difenderle, che per combatterle? perchè non attingete a quelle pubblicazioni, che vi sarebbe così facile di procurarvi? — E alla mia fu contrapposta quest'altra domanda:

— Come vuoi che noi, dediti o alle professioni libere, o alle lettere, o alle arti, o alle scienze morali, ci divaghiamo in lunghe e difficili letture, per informarci di idee, che nessuno ci può garantire se siano sode e ben fondate? Perchè spendervi il tempo, col pericolo di trovare che in esse non v'è nulla di buono e di vero, e che non valeva la pena di prenderne notizia? —

Alla mia volta, a tal domanda m'è venuto il pensiero di contrapporre questo modesto libretto, la cui lettura non può far perdere gran tempo a chicchessia, e il cui scopo è d'esporre, assai concisamente, i fatti e i ragionamenti fondamentali, su ui si basa la *teoria della trasformazione e della discendenza cdegli organismi,* tanto che chi non s'occupi *ex professo* di scienze naturali, e pur abbia vaghezza d'informarsene, senza aver agio di darsi a estese letture, possa farsene una sommaria idea; ben s'intende senza entrare in controversie e in discussioni, che non converrebbero nè alla piccola mole dell'opuscolo, nè al poverissimo nome del poco più che ventenne autore.

Ora, due parole intorno al titolo. La maggior parte dei naturalisti tedeschi, inglesi e francesi, ha accettata la proposta del prof. Haeckel di chiamare *teoria dell' evoluzione*, in generale la concezione meccanica, unitaria dell' universo, la quale vede in tutta la natura un grande processo evolutivo; *teoria della discendenza* o *trasformismo* quella parte della teoria dell'evoluzione che riguarda la formazione dei vegetali e degli animali; e *teoria della selezione* o *darwinismo*, quella parte del transformismo, che spiega le variazioni mercè la selezione. Il mio piccolo lavoro, che tratta della origine naturale degli organismi, avrebbe quindi dovuto intitolarsi: « saggio sul transformismo o sulla teoria della discendenza ». Ma queste due espressioni, che si usano in francese, in tedesco e in inglese, non han fatto e non possono far fortuna in Italia. *Transformismo* è parola

troppo barbara per la lingua nostra; e *discendenza,* in italiano, significa tutt'altro che *descent* in inglese, *Descendenz* in tedesco e *descendance* in francese. Questi vorrebbero indicare: origine, tramite di successione, serie degli antenati, genealogia; quella significherebbe invece la serie dei successori, dei nepoti, dei *discendenti;* ossia precisamente l' opposto. Tant'è vero che il titolo del libro di Darwin *the descent of man* fu tradotto non già la *discendenza dell'uomo,* ma *l'origine dell'uomo.* Trovate inopportune quelle due espressioni, altro non mi rimaneva che prendere la più generale e sintetica di *evoluzione,* e aggiungervi la specificazione « *degli organismi* », in modo che non si potesse far confusione colla « evoluzione generale ». Non parve poi, nè a me, nè all'egregio Editore, che, ad onta delle sovraesposte sottigliezze di nomenclatura scientifica, si dovesse bandire il titolo di *Darwinismo,* il quale, e non a torto, è il più popolare sotto cui siano conosciute le nuove dottrine; il quale inoltre richiama alla memoria degli Italiani il nome di quell' illustre, ch' essi, or son pochi mesi, fecero segno di altissima onoranza, avendogli l'Accademia di Torino aggiudicato il gran premio mondiale, pei suoi stupendi lavori sulla fisiologia vegetale.

Se mai, per caso, alcuno, dopo aver letto questo povero libretto, trovasse che le idee evolutive sono forse più serie e positive, di quel che prima non s'immaginasse, e quindi si sentisse attratto a recarsi tra mano alcuno dei libri di quei sommi filosofi della natura, che sono Darwin e Haeckel, sarei ben lieto d' aver avuto il pensiero di scriverlo.

GIACOMO CATTANEO.

## I.

### *Generalità. — Metodo e mezzi di ricerca.*

Noi vediamo la terra coperta di piante e popolata di animali; vediamo questi e quelle nascere, svilupparsi, nutrirsi, riprodursi, e alfine decadere e morire. Ma questi e quelle non sempre furono sulla terra. Tutti gli uomini lo credono e lo sostengono, e la scienza lo dimostra, riflettendo che nei più antichi strati terrestri, non si trovano traccie di esseri organizzati, e che la terra, assai probabilmente, fu, in antichissime età, assai diversa da quel che ora non sia, e affatto inadatta, per l'alta temperatura che dovea possedere, alla vita delle piante e degli animali. Insomma, una volta sulla terra non c'erano organismi, e dopo un certo tempo ci si trovano. In qual modo comparvero la prima volta? come si formarono essi? Tale do-

manda ci occorre alla mente in modo facile e naturale, e stimola vivamente la nostra curiosità e il nostro interesse. E l'uomo s'è fatta spesso, anzi continuamente, tale domanda, e se n'è date varie risposte, più o meno diverse tra di loro, più o meno affrettate ed indecise, credendo forse che l'accontentarsi di spiegazioni vaghe e fantastiche fosse troppo più che il riconoscere candidamente la propria ignoranza.

Ora è certo che, per risolvere una quistione qualsiasi, l'unico, o almeno il più diretto metodo da impiegarsi, è quello di esaminare minutamente ed a fondo l'oggetto e le circostanze della questione medesima. Che direste di chi, per cercare l'origine degli astri, andasse perlustrando la terra e le sue viscere, o di chi, per cercare le cause degli umani eventi, se ne stesse a contemplare il cielo? Vediamo invece che una ipotesi o teoria attendibile sulla genesi del sistema solare si potè escogitare dal Laplace solo dopo che, con gli studj del Galilei, del Kepler e del Newton, si conobbero empiricamente e razionalmente le leggi e le condizioni fisiche, che governano il moto dei pianeti intorno al sole; e così pure la storia dell'umanità acquistò un valore scientifico e filosofico, soltanto dopo che i fatti, invece che posti in relazione col volere del destino o con la congiunzione dei pianeti, furono, con critica analizzatrice,

esaminati in sè stessi e dietro la scorta di sicuri documenti, e posti in relazione coll'indole dei popoli e con la natura delle varie istituzioni civili, morali, politiche, giuridiche, economiche.

Lo stesso pare che dovrebb' essere della questione, dell' origine degli organismi. Una risposta attendibile alla domanda: — come si sono formate le piante e gli animali? — se pure sarà possibile formularla, pare che in niun altro modo potrà essere ottenuta, fuorchè studiando gli organismi in tutte le loro particolarità, nella loro storia, nei rapporti che hanno e che ebbero tra di loro e col mondo ambiente. Se, assoggettati a questo studio intensivo e minuzioso, essi non ci lasciano vedere alcun segno, che tradisca il mistero della loro prima origine, c'è molto da disperare che si potrà saperne qualche cosa per altra e men diretta via.

Ma, a far questo studio, ci si presentano, a prima vista, delle difficoltà gravissime. Che cosa conosciamo finora delle piante e degli animali? Bisogna confessare che ne sappiamo ben poco. Specialmente in quest' ultimo secolo si sono fatti molti studj intorno agli organismi; e il frutto di tali studj, abbondantissimo e stupendo, se lo consideriamo in confronto con le forze umane, è ancora bene scarso e misero, in confronto all'immensa congerie e complessità dei fatti naturali; e il già fatto serve a mostrarci quanto ancora resta a fare.

E poi, da quanto tempo l' uomo studia gli organismi? Relativamente, da ben poco tempo. All'infuori di poche eccezioni, gli antichi non ebbero il genio degli studj naturali. Essi s' occuparono della natura, quasi soltanto per rappresentarla nelle vaghe forme dell' arte, o, tutt'al più, per costringerla entro artificiali e ontologici sistemi di filosofia speculativa. Da due o tre secoli soltanto incominciò lo studio delle forme organiche; e anche questo, in sul principio, procedette assai lentamente, e fu, tranne qualche eccezione, per buona pezza non un vero studio obiettivo, ma più che altro un propedeutico, e del resto necessario, anzi indispensabile, lavoro di ordinamento, di classificazione, alquanto artificiale e subiettivo. Il periodo scientifico nello studio degli organismi cominciò assai più tardi che nelle altre scienze naturali, e conta a grande stento un secolo di età. Cominciò solo quando le scienze fisiche e chimiche ebbero spianata la via alla spiegazione dei complessi fatti organici, e quando le piante e gli animali furono studiati in sè stessi con perfezionati mezzi di osservazione, furono investigati nella loro anatomia e fisiologia, nei loro rapporti vicendevoli, nelle loro relazioni con l'ambiente.

Ma un secolo, che è tempo così lungo in confronto della vita d' un uomo, che cosa è in confronto della vita della terra e delle forme organi-

che? La geologia c'insegna, in modo indubitabile, che sulla terra c'erano piante ed animali in età a noi lontanissime, la cui distanza dal tempo attuale si deve contare a migliaia, forse a milioni, di secoli. E l'uomo, che sa così poco delle piante e degli animali attualmente viventi, che cosa potrà sapere di quelli, di cui non vide altro che le poche sformate e frammentarie reliquie?

Questa difficoltà, che a prima vista si presenta gravissima e quasi insormontabile, si rimuove però dopo una considerazione più posata. L'uomo, è vero, da poco tempo si occupa scientificamente delle piante e degli animali; ma pure, fin da antichissimo tempo, ebbe conoscenza abbastanza dettagliata di alcune di quelle e d'alcuni di questi. L'uomo delle età preistoriche fu dapprincipio nomade e cacciatore, e visse di preda, o dei frutti, press'a poco come li dava natura. Lo dimostrano, assai meglio che i ragionamenti psicologici e le tradizioni, gli avanzi dei pasti e le cuspidi e lancie di pietra rozza o levigata, che si trovano insieme alle reliquie di quei nostri lontani antenati.

Ma, col progredire delle sue facoltà mentali e della sua esperienza, l'uomo sentì il bisogno d'assicurarsi i mezzi di sussistenza, e di passare una vita più agiata e tranquilla; fissò uno stabile domicilio, e intorno alle sue palafitte o alle sue capanne coltivò quelle piante o addomesticò quegli

animali, che più gli erano utili. In tal modo, se rimase quasi sempre incurante della maggior parte degli animali e delle piante, l' uomo tuttavia, fin da tempi antichissimi, ne conobbe a fondo poche specie, potè esaminarle da vicino, e, pel tramite di molte generazioni e di lunghi secoli, seguirne attentamente la storia.

E da questa prolungata e ininterrotta osservazione, resa più diligente e minuziosa dall'interesse stesso materiale, che l'induceva a metterla in atto, l' uomo potè trarre questa conclusione o questa verità indubitabile: *che le forme delle piante coltivate e degli animali domestici non sono costanti e fisse, ma variano continuamente, sebbene assai lentamente.* Egli pose questi organismi sotto condizioni speciali, in modo che producessero ciò che ne desiderava; e, da una sola forma di pianta o d' animale, vide bene spesso derivare un grande numero di forme diverse, che si dicono *varietà* della specie madre, perchè si sa storicamente che da essa discesero, ma che, se si fossero trovate libere in natura, senza conoscere il loro passato, si sarebbero bene spesso riferite a specie ed anche a generi diversi.

Della quale asserzione darò qualche prova, citando alcuni dei più notevoli esempj di variazione nelle piante coltivate e negli animali domestici.

## II.

### *Variazioni nelle piante coltivate e negli animali domestici.*

A circa centocinquantasette ascende il numero delle forme vegetali, che furono coltivate dall'uomo. Di trentadue di tali forme mal si conosce la storia, perdutasi nel bujo dell'antichità, o non ricostruibile per mancanza di documenti; delle restanti centoventicinque forme la storia è nota, e, in alcuni casi, anche in modo assai dettagliato e preciso. Ne darò qualche brevissimo cenno.

Tra le graminacee, si conoscono al presente da quattro a sette distinte specie di frumento, una specie di segale, tre specie d'orzo e da due a quattro specie d'avena; in tutto da dieci a quindici specie di cereali, con un numero grandissimo di varietà; tutte derivate da poche specie selvatiche, che sono ben conosciute, e che differiscono assai dalle coltivate.

Nel frumento, poco variarono gli organi essenziali della vegetazione, non essendo ad essi rivolta l'attenzione e l'attività modificatrice dell'uomo, che volle sopratutto trarre profitto dai grani. Ma si modificarono le paglie nella maggiore o minore consistenza, le spighe nel colore e nella forma, trovandosene di bianche e di gialle, con molte gradazioni intermedie, e di prismatiche, di compresse, di cilindriche. I grani variarono più d'ogni altra parte, per dimensione, per peso, per colore, per forma, per composizione chimica; alcuni son globulari, altri ovali, altri allungati; alcuni contengono una quantità o qualità di glutine diversa che alcuni altri. La coltivazione del frumento rimonta a tempi antichissimi, rinvenendosene traccia tra le reliquie preistoriche; abbastanza antichi sono anche varj metodi di coltura, quale la scelta artificiale dei grani per produrre le diverse varietà, di cui parla pur Virgilio nelle Georgiche (lib. I. v. 197-199); e ciò spiega il rilevante numero di forme che si sono ottenute, il quale finora ascende a circa trecento.

Il granoturco (*Zea mais*), contrariamente a ciò che indicherebbe il suo nome, trae origine dall'America, ov'era coltivato fin da tempi antichissimi; si modificò assai sì in America che in Europa, talchè finora se ne conoscono dodici distinte razze con molte varietà. Varia è la forma e la

grandezza della pannocchia, la forma, il colore, la disposizione, la costituzione chimica dei grani, che sono o bianchi, o gialli, o rossi, o violetti, o screziati di nero; ora piatti ed ora ovali; ora piccolissimi, ed ora assai grossi (rapporto massimo: da uno a sette); or contenenti fecola ed ora glucosio.

Del pisello (*Pisum sativum*) si hanno cinquanta varietà, con fiori purpurei o bianchi, con gusci sottili o grossi, verdi o porporini, a bordo regolare o gibboso, con grani diversi di forma e di grandezza, bianchi, gialli, verdi, bruni, rossi. Dei cavoli (*Brassica oleracea*), che si modificarono assai nelle dimensioni, raggiungendo in alcuni casi l'altezza di cinque metri, sono notevoli varietà quelli di Brusselles e di Savoja, i broccoli, i cavolifiori, coi loro fioricini incapaci di produrre il grano e riuniti in uno stretto corimbo, invece di formare una pannocchia aperta; e i cavoli verdi, che sono i più vicini alla forma selvatica. Dalla *Brassica napus* derivarono i ravettoni, i navoni, la colza. Del pomo di terra (*Solanum tuberosum*) si conoscono centosettantacinque varietà.

Un grande numero di modificazioni subirono le piante da frutta. Della vite esistono da ottocento a mille varietà, di cui cento ben distinte, e diverse per le foglie, per il colore e la grossezza del grano, per il tempo della maturanza, ecc. Le pesche e le mandorle, portate dalla Persia in Eu-

ropa da circa duemila anni, si modificarono assai, per lo spessore, la consistenza della polpa, la forma e le scabrosità della mandorla, l'aderenza della polpa alla mandorla. In Inghilterra se ne hanno attualmente centosessantaquattro varietà. Si modificarono pure assai i frutti del pruno, del pero, del melo, della fragola, del ciriegio; di quest'ultimo si conoscono circa cento varietà.

Un numero di modificazioni ancor maggiore subirono le piante da fiore; e gli esempj di queste sono così noti e comuni, che non occorre fermarcisi. Basterà accennare che esistono sei o sette distinte specie di rose, con centinaja di varietà, rosse, scarlatte, purpuree, bianche, gialle, bicolori, marmorate, ecc.; che del giacinto, portato dal Levante in Inghilterra nel 1569, esistevano già otto varietà nel 1629, ed ora ne esistono circa settecento, azzurre, rosee, gialle; e che della viola tricolore, o viola del pensiero, vi sono parecchie centinaja di varietà, le quali non esistevano prima del 1810, e quindi si sono formate in meno di settant'anni. E, in quasi tutti i casi sovra citati, un sì gran numero di forme deriva notoriamente da una medesima forma antenata selvatica.

Notevolissime sono le variazioni pur negli animali domestici.

Il baco da seta (*Bombix mori*) è coltivato in China da circa 4600 anni (2700 a. C., tempi di

Hoang-ti), e ne esiste un numero grandissimo di razze. Tra i pesci, il *Carassus auratus* è una specie domestica, portata dalla China in Francia nel secolo passato; e ne esistono già parecchie varietà, diverse per il colore, per lo sviluppo della pinna dorsale, per il numero dei lobi della caudale, per la grandezza e sporgenza degli occhi, per la forma totale del corpo.

Variarono pure il canarino, domestico da 350 anni, e incrociato con una decina di specie di fringuelli, che diedero meticci, talora fecondi; la gallina faraona, discendente dalla *Numida ptilorhynca* dell' Africa occidentale; il tacchino, discendente da una specie messicana; il pavone, di cui è notevole la varietà o specie a spalle nere, formatasi in tempi storici e chiamata *Pavo nigripennis*; l' anitra, domestica da 18 secoli e discendente dall'*Anas boschas,* con ali ridotte per il disuso, con varietà bianche a becco giallo, e nere a becco ampio e curvo, o con ciuffo, e, talvolta, con stazione eretta (anitra pingoino); l' oca, discendente dall'*Anser ferus* o *Anser cinerus,* che, in domesticità, divenne bianca, più grossa e adiposa, più feconda, e talora con ciuffi al capo, con le penne cefaliche e cervicali arrovesciate, con varia lunghezza di penne e di gambe (brevissime nell' oca di Tolosa).

Assai più variò il gallo, domestico in Asia 1400

anni a. C., portato in Europa 600 anni a. C. e discendente dal *Gallus ferrugineus* selvaggio o *G. bankiva*. Le razze più notevoli sono la *combattente*, la *malese*, la *cocincinese*, la *dorking*, la *spagnola*, l'*amburghese*, ecc. Uno dei migliori esempi di variazione è dato dal piccione, domestico da più di 3000 anni a. C., e discendente dalla *Columba livia*, di cui esistono ora più di 100 razze, distinguibili in *gozzute*, *messaggere*, *pavonine*, *torrajuole*. La forma più distinta è il *colombo-pavone*, con coda a trenta o quaranta timoniere.

Tra i mammiferi, molto variò il coniglio, domestico fin dall' antichità e discendente dal *Lepus cuniculus* selvaggio, che in domesticità aumentò di dimensioni e diminuì di volume cerebrale. V' è ora la razza inglese grossissima, l'olandese piccolissima, la patagonese, l'angorese, quella dell'Himalaya e quella albina di Mosca. Nel 1419 furono deposti nell'isola di Portosanto, presso Madera, alcuni conigli, nati, a bordo di una nave, da una coniglia spagnola. In quell'isola si moltiplicarono in modo straordinario, e vivono ancora oggi, dopo 460 anni, molto mutati, e formanti una specie nuova, detta *Lepus Huxleyi*, che non s' incrocia più col comune coniglio, da cui pure discende.

La pecora, domestica da lungo tempo, discende da una o più specie selvagge e, durante la domesticità, ha molto variato, specialmente per la gros-

sezza, la forma, il numero delle corna, il colore e la lunghezza del pelo. Razze notevoli sono il merino spagnolo, le razze inglesi e la pecora *lontra* o *ancon*, discesa da un agnello nano a dorso lungo, nato nel Massachussets (1791). Il bue, domestico pur esso da antica età, trovasi nelle terremare dell'epoca del bronzo, sotto forma di *Bos agilis*, *validus*, *elatior*, e ha dato origine a circa cinquanta razze, di cui dieciannove inglesi e quindici francesi, e una mostruosa, cioè il *niatas* americano. I buoi, portati in America nel secolo decimosesto, diedero origine, in trecent'anni, a molte varietà, tra cui è notevole una, priva affatto di corna. Il majale discende dal *Sus scrofa* o cignale, e dal *Sus indicus*, e ha variato assai, nella forma, nelle dimensioni del corpo e della testa, assumendo anche un'unica unghia e alcune appendici carnose alla mascella inferiore. L'asino, domestico all'epoca del bronzo, discende dall'*Asinus taeniopus* dell'Abissinia, ed è distinto in varie razze, diverse per conformazione, colore, carattere. Il cavallo, domestico fin dall'epoca della pietra, discende probabilmente da una sola specie selvaggia, con mantello isabellino a strie oscure. Le razze cavalline sono estremamente numerose, e si notano, fra gli altri, i cavalli arabi, barberi, tartari, turchi, inglesi da corsa, da caccia, da carrozza, da carro, irlandesi, normanni, polacchi, russi, mecklemburghesi,

ungheresi, andalusi, sardi, ecc., ecc. Portati in America nel secolo decimosesto, i cavalli si moltiplicarono e si modificarono assai. Il gatto variò meno degli altri animali domestici, perchè ha abitudini molto libere e indipendenti, e sente poco la influenza dell' uomo. Discese dal *Felis silvestris* e si divise in varie razze, tra cui notasi l'angorese a pelo lungo e sericeo, il gatto anuro o senza coda dell' isola di Man, il gatto malese a coda breve, il cinese a orecchie pendenti.

Quello che variò più d' ogni altro, fu il più antico animale domestico, il cane, di cui trovansi i resti nei kioekkenmoeddings e nelle terremare. Discende da parecchie specie selvagge; e diè origine a uno straordinario numero di razze, differenti fra loro più che le specie e i generi, e talune anche non incrociantisi. Le razze più notevoli sono: il bracco (*Canis avicularius*), il segugio (*c. sagax*), il veltro (*c. graius*), il bassotto (*c. vertagus*), il mastino (*c. laniarius*), l'alano (*c. molossus*), il carlino (*c. fricator*), il can da pastore (*c. pecuarius*), il pomero (*c. pomeranus*), il cane di Terranova (*c. aquatilis*), il cane d'Africa (*c. africanus*), lo spagnolo (*c. extrarius*), il barbone (*c. genuinus*), il maltese (*c. melithaeus*), il pinch (*c. gryphus*), l'esquimese (*c. sibiricus*).

## III.

### *Scelta artificiale e scelta naturale.*

Da quanto ho detto finora, si può ricavare questa conseguenza: che le piante e gli animali variarono e variano ; ed in tal modo, che, in cinquanta secoli, sono chiaramente visibili delle modificazioni, che superano, in alcuni casi, il limite della specie e fors' anche del genere. Infatti si ottennero, dalle forme madri, delle forme diverse tra loro, non solo per colore e lunghezza di pelo, per statura e per altri simili caratteri superficiali, ma per profondi e importanti caratteri anatomici, per conformazione di visceri e di parti dello scheletro. Si notò in alcuni casi un aumento o un decremento nel numero delle vertebre, carattere che basterebbe, in un animale selvatico, a determinare, non che la specie, il genere; e si ottennero perfino razze non incrociantisi, nè con al-

cuna delle affini, nè coi più genuini e meno modificati discendenti della forma progenitrice.

Quali sono le cause di queste modificazioni? Quali artifizj pose in atto l'uomo, per ottenere tante varietà d'organismi? L'uomo mise le piante e gli animali in condizioni particolari, variandone opportunamente il nutrimento e le circostanze ambienti. È noto quanta influenza abbia l'alimentazione sull'economia organica; nelle piante, la prevalenza o il difetto di principj minerali assorbibili, la maggiore o minore quantità d'acido carbonico, d'ammoniaca e suoi composti, determina uno sviluppo assai diverso delle varie parti, in modo che s'accrescono di preferenza, in un caso le foglie, nell'altro le radici, o il fiore, o il frutto, atrofizzandosi, per correlazione organica, ciascuna delle restanti parti. Le cure, che si hanno per l'irrigazione, per gli ingrassi minerali od organici delle terre coltivabili, servono appunto a tale scopo. Così negli animali un nutrimento, che contenga più o meno principj azotati, o adiposi, o minerali, determina una varia esuberanza di nutrizione dei varj tessuti e dei varj organi del corpo, con correlativa atrofia delle parti restanti, cosicchè si possono ottenere a poco a poco delle ragguardevoli modificazioni. È pur noto quanta influenza abbia sull'economia organica quel complesso di circostanze di calore, d'umidità relativa, di composi-

zione atmosferica, ecc., che chiamasi *clima*. E l' uomo, che da alcuni centri primitivi si disperse su tutta la superficie della terra, portò seco le piante coltivate e gli animali domestici, e, assoggettandoli a climi diversissimi, dai più freddi ai più caldi, dai più secchi ai più umidi, ne ottenne, in tempo relativamente breve, delle modificazioni grandissime. Anzi, mutando clima, egli stesso si modificò, sebbene in grado minore, per le difese contro gli eccessi climatologici, che la sua intelligenza lo mise in grado di prendere. Ma questo è ancor poco. Se l' azione dell' uomo sulle piante e sugli animali si fosse ristretta a modificarne solo il nutrimento e il clima, non si sarebbe certo ottenuto un numero così rilevante di varietà, nè delle varietà così distinte. Al suddetto, l' uomo aggiunse un altro e più possente artificio; fece una continua e minuziosa scelta degli individui dotati di certi caratteri, che giudicava utili, e a quelli solo, non agli altri, concesse di riprodursi. Appariva, o casualmente, o in seguito alla variazione di nutrimento e di clima, una pianta o un animale con una qualità opportuna per gli usi dell' uomo? L' uomo si curò di mantener la razza di questi organismi, e limitò o impedì la propagazione agli altri. E così fecero e fanno sempre ancora i coltivatori. Delle loro piante da fiore o da frutto, delle pecore del loro gregge, non la-

sciano che tutte si riproducano, come succederebbe naturalmente, ma permettono e favoriscono la riproduzione solo di quelle, che, attentamente esaminate, hanno, più che le altre, sviluppate certe particolari qualità. Questa scelta si può sempre fare, perchè esistono sempre piccole differenze, non percettibili forse ad occhio inesperto, ma avvertibili per un occhio esercitato, tra individui e individui della medesima specie, anche se prodotti a uno stesso parto, o generatisi sullo stesso animale gemmiparo o sulla medesima pianta. Anzi si può asserire, con assoluta sicurezza, che non vi sono sulla terra due uomini o due cavalli o due api, affatto identici fra di loro. Lo scegliere quindi potrà essere più o meno difficile, a seconda della maggiore o minore grandezza delle differenze, ma è sempre possibile; e il criterio della scelta deriva dal particolare scopo a cui si tende nell' allevamento o nella coltivazione.

Ma il valore, l' importanza di questa scelta si fonda su un' altra ben nota proprietà degli organismi, senza di cui la scelta sarebbe affatto priva d' effetto, e quindi inutile; si fonda cioè sul fatto della somiglianza costante, che esiste tra il generato e i generatori, ossia sulla legge di eredità dei caratteri organici. La scelta dunque ha importanza e valore in tanto, in quanto si sa che i caratteri scelti ricompariranno, più o meno fedel-

mente, nei figli degli animali e delle piante, che li possedevano. Tra le forme figlie scegliendo poi, per la riproduzione, quelle che hanno i caratteri desiderati in un modo più distinto delle altre, e ripetendo la stessa operazione sui discendenti, si arriverà, dopo un certo numero di generazioni, a ottenere una forma molto diversa dalla capostipite.

Così, con mezzi semplicissimi, accumulati nel tempo, si ottengono grandissimi e meravigliosi effetti. Le condizioni di nutrimento e di clima producono delle modificazioni individuali, le quali, mercè una giudiziosa scelta, si ripetono, moltiplicandosi, nei discendenti.

Sono dunque *due* le grandi cause della variazione delle piante coltivate e degli animali domestici: la *variazione*, o *adattazione individuale*, che si annette ai fenomeni della nutrizione; e l'*eredità dei caratteri*, che si annette ai fenomeni della riproduzione.

Se si potesse dimostrare che, anche per le piante e gli animali non soggetti all'influenza dell'uomo, esistono le cause di variazione ora accennate, si sarebbe implicitamente dimostrato che anch' essi, al pari delle piante coltivate e degli animali domestici, possono e debbono variare.

Orbene, queste cause esistono ed operano anche in natura. Le condizioni atmosferiche di un dato luogo, la composizione quantitativa e qualitativa

dell' aria variano talora, anche ad intervalli non molto lunghi, per moltissime cause, o meteoriche o geologiche o agricole; si modifica pure la composizione fisica e chimica dei terreni, e per l' effetto stesso della vegetazione, che li depaupera di certi principj, e per l' infiltramento delle acque, e per il metamorfismo delle roccie; e da queste modificazioni atmosferiche e del terreno viene certamente influenzata la nutrizione delle piante, le quali pure, in corrispondenza, lentamente si modificano. Le variazioni della flora fanno risentire direttamente il loro effetto sulla fauna, che da essa, direttamente o indirettamente, prende il suo nutrimento; e al modificarsi delle condizioni ambienti, non meno delle piante, anche gli animali lentamente si modificano. Queste variazioni acquistano poi un' importanza assai maggiore, se si mettono in questione degli intervalli di tempo assai lunghi; chè allora la geologia insegna quanto sian state grandiose in moltissime, anzi in quasi tutte le plaghe terrestri, le variazioni orografiche ed idrografiche. Ma v' ha di più. Ammesso anche che i climi non si modificassero, vi sarebbe sempre una ragione necessaria alla modificazione degli organismi, nel fatto della loro continua dispersione e trasmigrazione dell'una all'altra zona, pur nel senso della latitudine. I semi delle piante sono qua e là trasportati dai venti, dalle correnti acquee, e dagli

animali che si cibano del loro pericarpio e mesocarpio, e li depongono ancora intatti, essendo gli invo-lucri dei semi inattaccabili dai succhi digerenti. Gli animali trasmigrano spesso, lungo le correnti o nel mare, se acquatici; nell'aria, se volatori; e, se terrestri, o viaggiando nel senso delle vallate, o facendosi trasportare da altri animali, o lasciandosi fluitare dai materiali, che galleggiano alla superficie delle acque. E tali trasmigrazioni talvolta assumono delle proporzioni rilevanti, sia pel numero degli individui, sia per la lontananza tra il punto di partenza e il punto d' arrivo. In tal modo le piante e gli animali cambiano il clima, e con esso le condizioni della loro nutrizione, cosichè non possono a meno di modificarsi.

Tuttavia, come già osservai a proposito delle piante coltivate e degli animali domestici, questo sarebbe ancor poco, se non fosse in azione un artificio assai possente, che, sommando tra loro tutte le modificazioni, che si fanno in un certo senso, e propagandole col mezzo dell' eredità dei caratteri, non le rendesse più profonde e più rapide. Orbene, questo complesso di circostanze si riscontra anche in natura.

Esiste l' *eredità dei caratteri organici*, e da tutti volgarmente si ammette, come fatto provato coll' esperienza d' ogni giorno, che il generato somiglia al generante e che il simile produce il si-

mile. Studieremo in seguito le interessanti e complicate leggi dell'eredità.

Esiste pure la scelta degli individui, che in questo caso si può dire *selezione naturale;* ed ecco in qual modo succede. Come nella società umana, così nell'economia degli organismi, v'è una grande sproporzione tra la moltiplicazione degli individui e i mezzi di sussistenza; poichè questi aumentano press'a poco in ragione aritmetica e quelli in ragione geometrica (legge di Malthus). Da tale sproporzione nasce una concorrenza per procurarsi questi mezzi per vivere, una lotta per l'esistenza (*struggle for life*), come la chiamò il Darwin. Il numero degli individui organici possibili, cioè di quelli che esisterebbero, se tutti i semi e le ova secrete e fecondate si sviluppassero, tanto da dare piante e animali adulti, supera di molto il numero degli individui reali e attuali, cioè di quelli che realmente possono vivere in uno stesso tempo. La maggior parte dei germi e dei giovani individui perisce, e solo alcuni privilegiati si sviluppano e si riproducono. Che ciò succeda realmente, si deduce con evidenza dal confronto tra il numero delle uova e il numero degli individui realmente esistenti presso alcune specie. Il merluzzo depone circa centomila uova ogni stagione; altri pesci fin quasi un milione di uova. L'*Ascaris lumbricoides* e la tenia danno milioni di uova, e la

*Vorticella*, in tredici giorni, potrebbe moltiplicarsi tanto, da produrre un numero di individui, che deve scriversi con novanta cifre. Così vi sono piante, che danno migliaja e milioni di spore o di semi. Eppure il numero dei merluzzi e d'altri pesci, d'ascaridi, di tenie, di vorticelle, di funghi, d'orchidee, ecc., ecc., è assai minore della somma dei germi prodotti. Ciò significa senz'alcun dubbio, come accennavamo, che molti di questi germi periscono prima di svilupparsi, o molti dei nati muojono prima di riprodursi.

Ma in qual modo succede quest' eliminazione? Quali sono in generale gli individui privilegiati e quali i soccombenti? La causa dell' incessante distruzione è la concorrenza vitale, ossia la lotta per l' esistenza, lotta attiva o passiva, che ogni pianta ed ogni animale deve fare, per procurarsi lo spazio, l' alimento, per isfuggire ai nemici ed ai pericoli. Ogni organismo combatte contro molti avversarj; contro gli animali, che di esso si servono come cibo, contro i parassiti, contro la temperatura, contro gli organismi affini, che hanno gli stessi bisogni e gli contendono l' alimento, non mai troppo abbondante in natura. Inoltre, tra gli animali delle classi superiori, i maschi lottano per il possesso della femmina, sia tentando di allettarla cogli ornamenti naturali del corpo, o con una speciale mimica, o col canto,

sia combattendo sanguinosamente contro i maschi rivali.

Ora, essendo gli individui, come già vedemmo, non affatto eguali tra di loro, ne consegue che alcuni avranno certe qualità, per cui potranno vincere nella lotta per l' esistenza, altri dovranno cedere e soccombere. Soltanto dunque gli individui vincitori nella concorrenza vitale arrivano a svilupparsi e riprodursi. La qualità, che rese possibile la vittoria e quindi la conservazione e la riproduzione della vita, si perpetuerà, per legge di eredità, e si moltiplicherà, per selezione naturale, nei discendenti. Ecco dunque, anche nelle piante e negli animali selvaggi, il fatto della variazione specifica, prodotta dalle condizioni ambienti e dal nutrimento, e trasmessa per eredità, dopo di essere stata messa alla prova della selezione naturale e sessuale, derivanti dalla lotta per la vita. È da notarsi che la concorrenza vitale è specialmente accanita tra le specie affini, che hanno le stesse tendenze e le stesse necessità; e con ciò si spiega la tendenza alla formazione di tipi molto diversi, e la loro costante coesistenza in uno stesso luogo e in uno stesso tempo. Però, siccome nella selezione naturale non v' è un piano preconcetto, non v' è una mente, che diriga la scelta a un determinato scopo, così la variazione, nelle specie selvagge, è assai più lenta e indecisa, che non

nelle specie domestiche. Ma, per compenso, i caratteri, più lentamente acquistati, sono più stabili e incancellabili.

La lotta per l' esistenza e la selezione naturale hanno luogo anche nella società umana. Anzi si può dire che tutta la storia della umanità sia un ininterrotto seguito di lotte e di selezioni. Non altro che lotte per la vita e selezioni sono le guerre di conquista e di difesa, le vittorie e le sconfitte, le colonizzazioni, il prevalere di uno o d' un altro popolo nella civiltà. La selezione era operata in modo artificiale dagli Spartani e dai Pellirosse, che dannavano a morte i neonati deboli e difettosi; e si opera in modo naturale nella maggiore difficoltà che hanno tuttora i malaticci, i rachitici, i pazzi, i delinquenti, di far famiglia e dar la vita a figli, che erediterebbero le loro triste o infelici qualità. Dannosissima selezione opera, in tempo di guerra, il reclutamento dei grossi eserciti permanenti, per mezzo di cui i giovani più robusti e ben costituiti sono rapiti alla famiglia, alle industrie, al lavoro dei campi, e in sanguinosissime battaglie perdono a migliaia la vita, o restano miseramente mutilati e deformi; e, mentre queste scelte organizzazioni si consumano, restano a casa i gracili e i difettosi a generar prole debole e malazzata.

La selezione più generale, che ha luogo nella

società umana, è pero sempre quella che riguarda l'intelligenza. Non il più forte di muscoli, ma il più forte d'ingegno, in ogni umana faccenda, finisce a prevalere, e acquista più agi ed onori, ed assicura maggiore prosperità alla sua discendenza. Questa alta e nobile selezione serve a medicare in parte il triste effetto di molte altre selezioni dannose, ed è incoraggiante per chi si compiace dello sviluppo sempre crescente della civiltà; poichè essa ci fa sperare che il progresso intellettuale continuerà sempre più rapido e si accrescerà sempre più nelle età future.

## IV.

### *L'eredità dei caratteri organici.*

Dopo aver veduto che, per gli organismi allo stato di natura, esistono, non meno che per le piante coltivate e gli animali domestici, le due grandi cause di lenta e progressiva variazione, cioè l' adattamento individuale e l'eredità, rimane che ci occupiamo un po' da vicino di questi due capitali fenomeni. Sarebbe logico parlar prima dell'adattamento, perchè esso, in ordine cronologico, precede l'eredità; ma siccome gli effetti dell'adattamento, ristretti alla vita d'un solo individuo, sono piccoli e quasi impercettibili, e solo si rendono palesi ed evidenti, se moltiplicati, per successione ereditaria, in un certo numero di generazioni, tornerà più utile al nostro scopo discorrere prima dell'eredità dei caratteri organici.

L'eredità dei caratteri da generatori a generati è un fatto comunissimo e facilissimo a riscontrarsi. Si ereditano le forme esterne dei genitori, il carattere morale, la tendenza a certe malattie, e perfino le mostruosità. Si citano casi d' uomini a quattro e a sei dita, ch' ebbero figli pure a quattro e a sei dita; si riscontrarono ereditarj l' albinismo, le anomalie d'accrescimento del derma e dell'epidermide le macchie della pelle, i nêi, e altri piccoli e quasi insignificanti caratteri.

L'eredità è dunque un fatto indubitabile; è indiscutibile che, dal più al meno, i discendenti ripetono l' organizzazione degli antenati. Si fanno però delle obiezioni, o contro l'esistenza, o contro l'importanza dell'eredità. Si dice, per esempio, che l' orditura dell' organismo figlio non dipende dall'eredità, ma dall'efficienza di certe potenze fisiche, durante la vita embrionale. Qui si potrebbe rispondere: E come succede che queste potenze siano proprio quelle tali tensioni o pressioni, necessarie e sufficienti per dare all' embrione quella determinata forma? È appunto nelle condizioni di sviluppo che i generatori forniscono ai generati, che consiste la ragione del fenomeno dell'eredità. Talchè questo fenomeno non solo si conosce empiricamente come vero, il che per altro basterebbe per farne base alla teoria evolutiva, ma se ne possono assegnare, con bastante sicurezza, le cause

efficienti, talchè resta assai rischiarato anche il concetto meccanico della suddetta teoria.

Perchè i caratteri sono ereditarj? Qual' è l' influenza che il generante ha sul generato? Ciò si capisce facilmente, studiando i fenomeni riproduttivi sotto la loro forma più semplice; per esempio, negli organismi inferiori, nei moneri. Un *Protogenes*, una *Vampyrella*, una *Protamoeba* si nutrono, introducendo nel loro protoplasma i granuli alimentari, e, quando hanno raggiunto un eccesso di nutrizione, si riproducono; ossia si dividono in due parti, ciascuna delle quali è un individuo distinto, figlio dell'antecedente, di cui conserva tutte le qualità, perchè è una porzione del medesimo, perchè è formato della stessa materia. I moneri, o citodi autonomi, e i protozoi, o cellule autonome, sono organismi poco complessi. Gli organismi più complessi, o pluricellulari, cioè i celenterati, i vermi, gli echinodermi, i brachiopodi, i tunicati, i molluschi, gli artropodi, i vertebrati, sono ammassi, colonie di protozoi, e crescono per segmentazione delle cellule, che li compongono, le quali si dividono come i moneri e i protozoi liberi. La cellula-ovo e le cellule spermatiche si formano, per segmentazione, dagli elementi morfologici, ossia dalle cellule, dell'organismo, e quindi partecipano alle sue qualità; e l'uovo poi, segmentandosi in due, quattro, otto, ecc.

parti, forma un ammasso di cellule, primo schema dell' organismo nascituro, le quali hanno qualità simili a quelle del protoplasma dell'uovo, e quindi simili a quelle degli organismi, che l' hanno generato e fecondato. Lo stesso dicasi degli ovuli e dei granuli pollinici delle piante fanerogame, o delle spore e degli anterozoidi delle crittogame. Nella scissiparità e nella gemmazione, il nato è una porzione dell' individuo generante; nella germiparità, o riproduzione per uova, il nato si può pure dapprincipio considerare come porzione dei generanti. È naturale quindi ch'esso, in ogni caso, possegga le loro qualità. Potrà tuttavia sembrare che, negli animali superiori, questa continuità materiale tra generante e generato non vada oltre ai primissimi stadj di sviluppo. La qual difficoltà però si rimove, pensando che l'indirizzo del moto fisico-chimico dello sviluppo dell' uovo, sia all' esterno, sia entro l' utero, deriva dalle qualità dell' uovo e dei nemaspermi; e che, avendo l'uovo e i nemaspermi le qualità dei generatori, anche l'embrione e il feto e il neonato avranno in sè traccie profonde di queste qualità.

Il fenomeno dell' eredità non è quindi nulla di misterioso o d'impossibile a spiegarsi; ed è riducibile, almeno ne' suoi tratti principali, a cause meccaniche, non meno che vi sian riducibili la lotta per l'esistenza e la selezione naturale.

L'eredità dei caratteri, per quanto si può concludere da un numero grandissimo di osservazioni, state fatte specialmente sulle piante coltivate e sugli animali domestici, può essere *conservativa* e *progressiva*.

Per mezzo dell'eredità conservativa, si trasmettono i caratteri fondamentali e antichi della specie; per mezzo dell'eredità progressiva, si trasmettono i caratteri acquisiti dai genitori, durante la lotta per l'esistenza.

L'eredità conservativa può essere così distinta:

1.° *Eredità conservatrice continua.* Questa è la normale legge ereditaria, per mezzo di cui i figli ripetono direttamente i caratteri dei genitori.

2.° *Eredità conservatrice a intervalli.* Talora in un neonato appajono alcuni caratteri, che appartenevano, non ai suoi genitori, ma ai suoi avi, o, in generale, a un più o meno lontano antenato *(atavismo)*. Alcune qualità, che erano andate diminuendosi per parecchie successive generazioni, fino a scomparire perfettamente, sono però così legate con tutto il complesso dell'organizzazione, che una piccola casuale modificazione di questa basta a farle ricomparire più o meno complete nei discendenti. È un ultimo tentativo di lotta tra la forza conservatrice dell'eredità e la forza innovatrice dell'adattamento.

3.° *Eredità sessuale.* Per mezzo di questa,

ogni sesso trasmette alla posterità i caratteri, che ha acquistato per la selezione sessuale, ossia i caratteri sessuali secondarj. E, per meglio spiegarci, avvertiamo che diconsi caratteri sessuali primarj gli organi direttamente serventi alla riproduzione, come gli ovarj, l'utero, i testicoli, ecc., ecc., e caratteri sessuali secondarj gli organi accessorj, che sono diversamente foggiati nell'uno e nell'altro sesso, e che costituiscono le differenze esteriori fra maschio e femmina. Sono, per esempio, organi sessuali secondarj dei maschi le corna dei cervi, la barba al mento dell'uomo, le penne lunghe e variopinte di molti uccelli, le grosse chele di alcuni crostacei, ecc.

4.° *Eredità mista, o bilaterale, o anfigonica.* Questa ha luogo nell'ibridismo, in cui si mescolano i caratteri del padre e della madre, talora rilevantemente diversi fra di loro.

5.° *Eredità abbreviata, o semplificata.* È questo un fatto della massima importanza, per lo studio sull'origine degli organismi.

S'è notato, in alcuni animali domestici e in alcune piante, che variarono sotto gli occhi dell'uomo negli ultimi cinquecento anni, ch'essi, negli ultimi stadj del loro sviluppo embrionale, hanno i caratteri, o alcuni dei caratteri, dell'antica forma madre, da cui derivarono, e poi rapidamente subiscono, nel corso dello sviluppo, quelle

modificazioni, che hanno condotto, mercè il decorso di parecchi secoli, le generazioni antenate a diventare quali sono attualmente. Così alcune razze di pecore o di gatti, che mancano attualmente della coda, e che pur derivano da antenati caudati, presentano la coda negli stadj embrionali; ed essa poi rapidamente si riduce, fino ad atrofizzarsi completamente nel tempo della nascita; ripetendosi così in breve, nello sviluppo embrionale, quel fenomeno che impiegò secoli e secoli per compiersi nella genealogia della razza. Lo stesso si può ripetere per molti altri caratteri. E dai molti fatti consimili, finora osservati, si può concludere che gli organismi hanno la tendenza di ricapitolare, per eredità abbreviata, nei loro *ultimi stadj embriologici, le ultime modificazioni* subìte, in lungo tempo, dalla razza.

L'eredità progressiva è così distinguibile:

1.° *Eredità d'adattazione.* Per mezzo di questa, si trasmettono dai genitori ai figli i caratteri acquisiti da quelli, per selezione naturale e sessuale, durante la loro lotta per l'esistenza, dal principio della loro vita fino al tempo della riproduzione.

2.° *Eredità fissa e eredità variabile.* I caratteri si ereditano tanto più sicuramente e profondamente, quanto più sono antichi, e tanto più variabilmente e debolmente, quanto è minore il tempo, da che furono acquisiti. Si potrebbe in-

somma dire, sebbene non in modo assoluto, che la probabilità della comparsa d'un certo carattere in un nato è in ragione diretta del tempo che è trascorso, dacchè questo carattere fu acquistato dai suoi antenati.

3.° *Eredità omotopica.* Le variazioni subìte dai genitori si ripetono nei figli in quella stessa parte del corpo, in cui le subirono quelli. È un fatto che direttamente deriva dalla costituzione chimica e istologica delle varie parti dell'organismo, e dalla dipendenza di essa dalle generali condizioni organiche di nutrizione. In questa omotopia consiste la somiglianza di volto e di portamento tra generanti e generati.

4.° *Eredità omocrona.* Le variazioni subìte dai genitori si ripetono nei figli nella stessa età, in cui apparirono nei genitori. Così, i caratteri sessuali secondarj appaiono generalmente solo quando l'individuo è atto alla riproduzione (corna dei cervi, barba dell'uomo). Così pure i buoi nascono privi di corna, e li acquistano, nei due sessi, in età più progredita.

Queste varie modalità di eredità, o, meglio, queste varie componenti, in cui si può scindere il complesso fenomeno dell'eredità, perpetuano, nella discendenza di una pianta o di un animale, i caratteri, ch'esso acquistò, o le modificazioni, che subì, nella lotta per l'esistenza.

## V.

### *L'adattazione.*

Dicesi, con termine forse un po' speciale e improprio, adattazione, quel complesso di modificazioni che può subire un individuo organico, vegetale o animale, per il clima, per il nutrimento, e per le circostanze ambienti, di qualunque genere esse siano.

Come l'eredità deriva dai fenomeni di riproduzione, così l'adattamento deriva dai fenomeni di nutrizione, intesi in senso lato; cioè dalla alimenzione propriamente detta, dagli effetti della composizione atmosferica sulla respirazione, traspirazione, ecc., dal maggiore o minore uso degli organi, e così via.

L'adattazione distinguesi in *potenziale* o *mediata*, e *attuale* o *immediata*.

L'adattazione potenziale ha luogo, quando le

condizioni di variazione non mutano direttamente l'organismo, che le subisce, ma si riflettono invece sulla sua prole. Esso può succedere in varj modi, e può esser così distinta:

1.° *Adattazione embriologica, o di sviluppo.* I varj figli d'uno stesso progenitore, se agamico o completamente ermafrodito, o degli stessi due progenitori, se incompletamente ermafroditi o se sessuati, sono non perfettamente eguali tra di loro, ma presentano delle piccole differenze in alcuni caratteri. Tale fatto può dipendere da varie cause. Se i neonati, di cui si tratta, sono stati prodotti dallo stesso o dagli stessi organismi, ma in tempi diversi, la differenza, che si nota tra i prodotti antecedenti e i prodotti susseguenti, deriva dalle variazioni subìte nel frattempo dai genitori ed ereditate dai figli; se invece sono stati prodotti simultaneamente, ad uno stesso parto, le differenze derivano dalle diverse condizioni di pressione, di calore, di nutrimento dell'uovo incubato o dell'utero. Talchè tra organismi gemelli v'è una causa puramente embriologica di variazione; tra organismi semplicemente fratelli, cioè nati anche in tempi diversi, alla causa embriologica s'aggiunge, come altra causa di variazione, l'eredità dei mutamenti subìti, tra una riproduzione e l'altra, dai generanti. Tutto ciò fa sì che i discendenti dello stesso individuo, o della stessa coppia, in causa

appunto della loro differenza, si comportano variamente nella lotta per l'esistenza e nella selezione naturale, potendo alcuni, per la deficienza di certi caratteri, soccombere ed essere eliminati, altri adattarsi ad un modo, ed altri a un altro modo di vita. Così che, pur tra organismi fratelli, comincia ad aver luogo un processo di modificazioni, una tendenza alla formazione delle varietà.

2.° *Adattazione mostruosa.* Talvolta l'embrione o il feto, per cause patologiche o traumatiche, si sviluppa in un modo anormale, e si forma così un individuo assai diverso dagli affini, che dicesi mostruoso. È stato osservato spesse volte, negli animali domestici, che le mostruosità possono essere ereditarie; cosicchè si ha in esse un mezzo rapido, assai più rapido dell'adattazione normale, per la produzione di nuove forme. Per esempio, la razza delle pecore nane, o *ancon*, discese da un individuo mostruoso, nato nel Massachussets (1791). Anche la razza bovina *niatas* discese da un individuo mostruoso.

3.° *Adattazione sessuale.* Per mezzo di essa, ha luogo la formazione, nello sviluppo embriologico, dell'uno o dell'altro sesso, la cui origine, sebbene finora non esattamente spiegata, è da ricercarsi nelle condizioni fisiche della fecondazione, della gravidanza e degli organi ricettatori dell'embrione.

L' adattazione attuale o immediata può distinguersi in:

1.° *Adattazione generale, o universale.* Gli individui, nati diversi fra di loro, in seguito all' adattazione embriologica, o mostruosa, o sessuale, si differenziano ancor più, durante la loro vita, in seguito alle condizioni ambienti, alla lotta per l'esistenza, alla selezione naturale, sessuale, ecc.

2.° *Adattazione accumulata.* Deriva dall' insistere di una certa causa sulla nutrizione o sullo sviluppo d'un certo organo. Il clima, il nutrimento hanno una enorme influenza nel modificare un organismo. L' uso di un organo, in seguito all'aumentata circolazione del liquido nutritivo entro il medesimo, lo accresce e lo rafforza; il disuso lo indebolisce, lo riduce di volume, lo fa tendere all'atrofia. È in tal modo che si posson credere sviluppati per variazione individuale, moltiplicata dall' eredità, certi organi straordinariamente ipertrofici, in confronto degli altri; come il becco dei tucani, il cervello dell' uomo, i muscoli pettorali degli uccelli e dei mammiferi scavatori, le chele dei crostacei, la coda saltatrice di alcuni marsupiali. È pure in tal modo, e per le stesse cause, che si formerebbero certi organi incompletamente sviluppati e funzionalmente inutili, conosciuti sotto il nome di organi rudimentari. Tali sarebbero gli occhi atrofici degli animali viventi nell'oscurità, le

ali di alcuni uccelli domestici, le quali per mancanza d'abitudine, sono quasi inette al volo, e così via.

3.° *Adattazione correlativa.* Per mezzo di essa, non si modifica solo la parte usata o non usata, ma altre ancora, per influenza di quella, e per la stretta relazione, che hanno fra di loro tutte le parti d'un organismo. Il crescere di un muscolo, di un viscere, aumenta, di consenso, il calibro delle arterie, che vi portano il sangue, e, correlativamente, modifica alquanto l'apparato circolatorio intero, la potenza muscolare del cuore, ecc. V'è correlazione, perchè sia possibile la prensione dell'alimento, tra la lunghezza del collo e delle gambe; v'è correlazione inversa, per divisione del lavoro, tra la robustezza delle gambe e delle ali in molti uccelli; tra lo sviluppo degli organi masticanti o succhianti in molti parassiti, e la riduzione degli organi locomotori. Un notevole caso di correlazione organica, sebbene procurata artificialmente, è quella conseguente alla estirpazione delle glandule genitali, per cui si produce una profonda modificazione in tutto il corpo, e sopratutto nel carattere morale, nella voce, nelle appendici epidermiche (peli, capelli, barba), sì nel maschio (eunuco), che nella femmina (virago).

4.° *Adattazione divergente.* Per mezzo di essa, parti originariamente identiche diventano, a se-

conda delle varie condizioni, cui sono assoggettate, o del maggiore uso o disuso, differenti; di qui deriva la divisione del lavoro, o polimorfismo, quale può osservarsi nella mano destra e sinistra dell' uomo, e ancor più nella chela destra e sinistra dei crostacei.

5.° *Adattazione illimitata, o indefinita.* Ciascun individuo nasce ereditando le qualità dei parenti; durante la sua vita si modifica, per le tante cause già accennate, e tutte le modificazioni che ha subite dalla nascita, fin al tempo della riproduzione, le trasmette nei suoi figli. Questi ripetono lo stesso processo; si modificano e trasmettono le modificazioni; e così succede, fin che continua ininterrotta la catena di antenati e discendenti. Non si vede quindi alcun limite fisso e deciso alla potenza di variazione organica, fuorchè, per la natura stessa delle cose, nel caso della riduzione, quando mette capo alla perfetta atrofia. Ma in ogni altro caso, un organismo, che in cinquecento anni si modificò d' una certa quantità, non si vede perchè in cinquecento altri anni non possa, anzi non debba, modificarsi press' a poco di tant' altro; dico presso a poco, perchè le cause di variazione possono aumentarsi o diminuirsi. Ma, astrazione fatta da queste oscillazioni, le quali possono accelerare o rallentare il processo evolutivo, non già estinguerlo, perchè le cagioni di mutamento, anche supposto

immutabile il clima e il nutrimento, risiedono nella natura stessa dell' economia organica e dei rapporti tra i varj viventi, si può dire, in modo approssimativo, che le variazioni sono proporzionali al tempo. E siccome, per quanto c' insegna la geologia, di tempo non c' è penuria nella storia della terra, ben si vede che alle variazioni stesse non si possono assegnare limiti ben definiti.

Per concludere, in qual modo operano insieme, come si associano l'adattazione e l' eredità? Lo si può sapere, esaminando la vita di parecchie generazioni d'una certa forma organica. Da un medesimo individuo, o da una medesima coppia, nascono varj individui, i quali tutti somigliano ai genitori, ma pur differiscono alquanto tra di loro, in causa dell' adattazione indiretta o potenziale. Queste piccole differenze operano in modo che, entrati nella concorrenza vitale, dei giovani individui una parte perisce; e gli altri si modificano, chi in un modo, chi in un altro. Fatti adulti, essi si riproducono, trasmettendo ai nati le qualità fin allora acquistate; in seguito continuano a modificarsi, ma queste modificazioni, successe dopo il tempo della riproduzione, più non influiscono sulla variazione della razza. Gli individui invecchiano, decadono, muoiono; ma restano al loro posto i loro continuatori materiali, i loro figli, eredi delle

qualità da essi acquistate nella loro età giovanile, e che andranno modificandole, per poi trasmetterle ad altri. Cosicchè la vita d'una specie può paragonarsi alla vita d'un individuo, in cui però la regressione organica e il deperimento fisiologico, prodotto dall'azione stessa della vita, sono compensati dalla riproduzione, sostituendosi, per ciascuna generazione, a un individuo stanco e cadente, un altro, che gli è affatto simile, che è *caro ex carne sua*, e che, ricco di forza giovanile, entra vigoroso nella concorrenza vitale. L'eredità quindi non altera punto il processo evolutivo, anzi ne è una condizione indispensabile. L'adattazione è quasi la forza attiva che produce i mutamenti; l'eredità è quasi una forza passiva che, trasmettendoli da individui logorati nella lotta per l'esistenza a individui freschi e vigorosi, rende possibile un ulteriore aumento di variazione; e la somma delle variazioni succedute in un certo tempo, ossia la diversità tra un organismo e un suo qualsivoglia antenato, è proporzionale al numero e alla grandezza degli addendi, ossia alla quantità delle modificazioni subite da ciascuna generazione e al numero delle generazioni.

## VI.

### *Risultato dell'adattazione e dell'eredità.*

Abbiamo esposto, in modo semplice e quasi analitico, i fatti e le leggi principali, che riguardano la lotta per l'esistenza, la selezione naturale e sessuale, l'adattazione e l'eredità; ma questi fenomeni, nella natura, succedono in un modo assai complesso e svariato; e sovratutto si associano e s'intrecciano l'un l'altro in mille svariatissime, intricatissime e quasi inopinate combinazioni. Taluni fenomeni, che sembrerebbero affatto indipendenti l'uno dall'altro, si influenzano spesso scambievolmente, e sono in istrettissimo vincolo tra di loro. Talora la vita e la prosperità d'un vegetale dipende dalla presenza di un certo animale, e la vita di questo dalla presenza d'un certo vegetale, e così di seguito, con lunga e ininterrotta catena di cause ed effetti.

Darò un esempio, ormai diventato celebre. In molti luoghi, la moltiplicazione del *Trifolium pratense*, foraggio prediletto di parecchi ruminanti, dipende dalla presenza delle api, che, come insetti pronubi, vanno a visitarne i fiori, e, portando il polline dai maschili ai femminili, rendono possibile la fecondazione, che forse non potrebbe aver luogo altrimenti. Orbene, in tali luoghi, il numero e la prosperità dei buoi e delle pecore dipende dalla quantità del foraggio disponibile, ossia dalla più o meno intensa produzione del trifoglio, come questa dipende dal numero delle api pronube. Ma le api hanno dei fieri nemici nei toporagni *(Sorex)*, che distruggono i loro favi e nidi, e danno a loro stesse attivamente la caccia; onde, quanto maggiore sarà il numero dei toporagni, tanto minore diverrà quello delle api, e, conseguentemente, delle pianticine di trifoglio e dei ruminanti, che se ne pascono. Ma il numero dei toporagni sta in ragione inversa del numero dei gatti, che si trovino in quel paese; onde il numero dei gatti influirà, per mezzo della distruzione dei toporagni, e quindi del possibile accrescimento delle api e della non impedita fecondazione del trifoglio, sulla quantità di foraggio, che si può ricavare da un certo campo, e quindi sulla prosperità e sul numero dei buoi e delle pecore, che in esso vivono. Molti e molti altri

esempj di simili e d' assai più complicate combinazioni si potrebbero citare, ma soverchierebbero i limiti di questo breve schizzo; e basterà il succitato a darne un' idea. Le modalità di lotte per l'esistenza, i mezzi di selezione naturale e sessuale superano, in numero e in varietà, qualunque immaginazione; e, quanto più si studiano gli animali e le piante in natura, tanti più se ne riscontrano.

Dal continuo avvicendarsi di questi fenomeni, dal perpetuarsi e accumularsi per mezzo dell'eredità, delle variazioni da essi prodotti, pare che debbano derivare, dopo un lungo seguito di generazioni, le seguenti modificazioni negli organismi:

1.° *Divisione del lavoro fisiologico, o polimorfismo, o differenziazione, o divergenza dei caratteri.* Di parecchi nati dallo stesso individuo o dalla stessa coppia, oppure da individui simili o da coppie simili, alcuni, per esempio, soccomberanno giovanissimi, e così saranno eliminati; quelli che hanno certi particolari caratteri, potranno adattarsi a una particolare condizione di vita, quelli che hanno altri caratteri, s' adatteranno a un' altra. Inoltre, alcuni, spinti dal bisogno, emigreranno, dirigendosi verso un paese più freddo; altri si recheranno in un paese più caldo. Queste piccole selezioni, questi graduali mutamenti di clima, le varie circostanze, che ciascuno attraverserà nel corso della sua vita, daranno origine a un com-

plesso di variazioni, di modo che poi i discendenti di questi organismi fratelli, già differenziatisi fra di loro, andranno ancor più differenziandosi in varie direzioni. In tale maniera le forme di mano in mano nascenti tenderanno a divergere sempre più l'una dall' altra e ad allontanarsi dalla forma capostipite, e, col procedere del tempo, le differenze tra due forme, pur discendenti da uno stesso antenato, saranno giunte a tale, che chi prendesse a esaminarle dovrebbe classificarle come due specie, forse come due generi diversi. E ciò, ripetiamo, par che debba succedere perchè, producendosi continuamente, sebben lentamente, piccoli mutamenti in ciascuna generazione, e venendo questi ereditati dalla generazione successiva, che ve ne aggiunge di nuovi, nè essendovi alcun limite di tempo nella storia della terra, le cui età si contano non a anni, ma a secoli e migliaia di secoli, non si può vedere alcun limite definito alla grandezza di queste variazioni.

2.° *Progresso e perfezionamento.* La vita dei vegetali e degli animali, abbiamo detto, è una concorrenza. Chi può avere maggiore e miglior nutrimento, chi può impadronirsi delle condizioni più favorevoli, colui ha il sopravvento sugli altri, e maggior probabilità di vivere e d'aver prole, che erediti le sue qualità; e par quindi che debba raggiunger più presto lo scopo chi ha funzioni più per-

fette e organi meglio costituiti. Ora una funzione è tanto più perfetta, quant'è minore il numero delle funzioni cumulative, che un certo organo compie. Un organo che serve a molti uffici, come in molti vegetali e animali inferiori, per la ragione stessa del suo lavoro cumulativo, ha funzioni molto rudimentali e imperfette. Invece un organo, che serve a pochi o ad un solo ufficio, avrà, per la ragione stessa della sua specializzazione, una funzione molto più perfetta e complessa. E siccome con funzioni più perfette v' è maggior probabilità di vincere nella concorrenza vitale, così, nell' immensa congerie di modificazioni, che sarebbero avvenute negli organismi, si saranno di preferenza perpetuate quelle, che davano per risultato un perfezionamento delle funzioni, una specializzazione nell' attività dei varj organi, una *divisione del lavoro fisiologico* tra le varie parti dell' organismo. E questa divisione del lavoro può succedere o per l' aumento in numero ed in volume delle parti, che compievano una data funzione *(divisione quantitativa)*, o per trasformazione e complicazione delle varie parti *(divisione qualitativa)*, o anche per l' aggregazione di parecchi individui, che prima vivevano isolati e autonomi, e che, unendosi, si distribuiscono tra di loro le varie funzioni della vita. Ma la divisione del lavoro, sì quantitativa, che qualitativa, che aggre-

gativa, fa sì che l'organismo sia composto d'un maggior numero di parti, o di parti più complicate; cosicchè possiamo concludere che dalla divisione del lavoro deriverà una maggiore complicazione, un incessante progresso organico nei vegetali e negli animali.

Qui però, per ben intenderci, è necessario fare alcune riflessioni. Il progresso non è sempre una complicazione, una differenziazione, nè la complicazione, la differenziazione sono sempre un progresso. Il ridursi nel numero delle parti simili, per esempio, delle gambe, può talvolta essere un progresso, perchè alcune di esse assumono una funzione speciale, che rende più atto l'organismo a vincere nella concorrenza vitale. È un progresso la centralizzazione funzionale, la sempre crescente correlazione e mutua dipendenza delle varie funzioni e dei varj organi, perchè tutto ciò che ogni singolo organo ha perduto nella propria autonomia, lo ha acquistato nella maggior perfezione, con cui compie la sua speciale funzione. Gli organismi parassiti progrediscono, per rispetto al loro modo di vita, con una differenziazione regressiva, perchè si atrofizzano tutti gli organi divenuti inutili, con evidente benefizio, per correlazione, di quei pochi, che restano attivi. Così spesso la riduzione, per disuso, di alcune parti, può essere un progresso per l'intero organismo, in cui tal riduzione può

significare maggiore sviluppo nelle parti più importanti per le sue condizioni di vita. Nell' uomo va riducendosi il sistema muscolare, e questo, in un certo senso, può considerarsi come un progresso, perchè succede per il maggiore sviluppo del sistema nervoso e specialmente del cervello; ed è appunto al progresso intellettuale che noi tutti applichiamo, per antonomasia, il nome di progresso sociale.

Per diverse modificazioni della sua funzione, un organo può conformarsi in tal guisa, da servire a una funzione affatto *nuova*, e però da essere annoverato in una categoria di organi fisiologicamente affatto diversa. Questo fatto è di grande importanza, perchè par che spieghi l' origine di organi nuovi; e in tal modo si confuterebbe una grave obiezione, che era stata fatta alla teoria evolutiva: cioè che non poteva comparire un nuovo organo nel pieno sviluppo della sua funzione essendo ciò contrario all'idea della graduale modificazione, e che neppur poteva comparire con funzione imperfetta, perchè in tal caso non avrebbe, nei suoi primi stadj, potuto essere utile all' organismo, nè quindi si sarebbe accresciuto e perpetuato per selezione. Ogni organo, a cui pare che possa applicarsi questa obiezione, è esplicabile mercè l' ipotesi d'un cambiamento di funzione. Così, i polmoni di molti vertebrati non sono originati a di-

rittura quali organi esclusivamente respiratorii, ma hanno la loro forma primordiale nella vescica natatoria dei pesci branchiati, la quale da principio non ha alcun rapporto con la respirazione. Anche in quei vertebrati, che fan passaggio dai pesci ai batraci, cioè nei *dipneusti* (*Lepidosiren*), e anche in molti degli stessi batraci, in cui i polmoni appajono come organi respiratorii, essi non sono tali esclusivamente, ma dividono quella funzione con le branchie o con la pelle. In tal caso possiamo considerare l'organo in uno stadio di trasformazione, per divenire respiratorio, partendo però dalla vescica natatoria, che dapprima, quale appendice del tubo digerente, ha solo una funzione idrostatica.

Informati a queste idee, un rapido sguardo ad alcune delle più comuni forme vegetali e animali ci renderà capaci di considerazioni e concezioni inaspettate; e vedremo in atto gli effetti innegabili della selezione naturale e sessuale, con la quale ci parrà facile spiegare tutte quelle mirabili armonie e coordinazioni di mezzi allo scopo, che si trovano sì spesso in natura, e sono affatto inesplicabili a chi le consideri *a priori*.

I robusti muscoli, i denti e gli unghioni acuminati delle fiere, il rostro adunco e gli artigli degli uccelli rapaci, sarebbero organi sviluppati e accresciuti dalla selezione naturale, perchè la loro validità assicura la preda all'animale che li possiede.

L'agilità alla fuga, alla corsa, al volo, al nuoto, al salto, all'arrampicare, pare una qualità acquisita nella lotta per l'esistenza. Il lepre, per esempio, deve la propria esistenza all'agilità. Sarebbero pure prodotti dalla selezione gli stromenti di offesa e di difesa contro i nemici, gli organi urticanti dei celenterati, gli apparati dei pesci elettrici, le sostanze fetenti o torbide della *Meloe*, del *Brachinus*, della *Seppia;* gli apparecchi veleniferi dei serpenti, degli anfibj, dei pesci, degli imenotteri, dei chilopodi, degli aracnidi; i tranelli di questi ultimi, e delle piante insettivore, quali la *Drosera*, la *Dionaea*, la *Pinguicola*, l'*Utricularia;* gli sproni, gli aculei, le corna a scheletro osseo, ecc. ecc. Curiosi risultati, attribuibili alla selezione, sono le forme mimetiche e i colori protettivi. Talvolta gli animali hanno forma simile a quella degli oggetti, che li attorniano, o a quella d'altri animali, pur da loro diversissimi per interna organizzazione. Siccome queste forme imitative servono loro per meglio sfuggire ai nemici, o per piombare inosservati sulla preda, così è ragionevole supporre che si siano sviluppate per selezione naturale. Spesso poi gli animali hanno il colore del luogo, in cui vivono; e pur esso sembra acquistato per selezione, perchè serve a renderli meno distinguibili agli sguardi altrui. Di varj animali a vario colore, han più probabilità di sfuggire ai nemici, o di assalire sicura-

mente le vittime, quelli che hanno colore simile al mezzo in cui vivono, perchè eccitano meno l'attenzione dei nemici o delle vittime. Tali forme dunque si propagheranno di preferenza, e verranno eliminate le affini. Le locuste dei prati sono verdi, bianchi gli animali che stanno fra le nevi circumpolari, trasparenti molti animali marini, cinericci o giallastri quelli che stanno nella sabbia o sulle corteccie delle piante. Pure alla selezione si possono riferire le forme, i colori, i profumi di molti fiori, che servono a meglio attirare gli insetti pronubi e a favorire la fecondazione. All'adattazione accumulata e alla eredità si possono invece riferire gli organi rudimentarj, che si trovano in ogni vegetale e animale. Essi non servono all'organismo che li possiede; ma fanno chiara testimonianza della sua genealogia. Gli animali viventi nell' oscurità hanno, per disuso, occhi atrofici. Gli insetti abitanti nelle isole molto piccole sono facilmente trascinati in mare dai venti, se si innalzano a volo; onde quelli che meno volano hanno più probabilità di vivere e propagarsi. Di qui deriva che le piccole isole presentano un gran numero d'insetti che hanno, per disuso, le ali rudimentali. Taluni rettili apodi (serpenti) possiedono rudimenti di arti; in molti erbivori sono rudimentali i denti canini. Organi rudimentali nell'uomo sono le vertebre coccigee, omologhe alle caudali degli altri

mammiferi, l'appendice vermiforme dell'intestino cieco, la *plica semilunaris* dell'occhio (membrana nictitante), i muscoli delle orecchie, la pelosità del corpo, le glandule timo e tiroide.

Alla selezione sessuale son riferibili le differenze esterne fra maschio e femmina. Sono caratteri sessuali secondarj le chele dei crostacei, gli apparati musicali, i palpi copulatori, le differenze di statura di molti aracnidi, le mandibole di alcuni coleotteri (*cervo volante*), i colori delle farfalle, le ali dei neurotteri sessuati; tra i pesci, il sacco ovigero maschile dell'*Hippocampus*, i peli del *Plecostomus barbatus*, i pungiglioni frontali della Chimera, gli organi prensili dei Plagiostomi; tra gli uccelli, gli organi vocali e le penne variopinte; tra i mammiferi, le corna dei cervi, le glandule odorifere del muschio, la barba al mento dell'uomo. È notevole che, tra gli uccelli, il maschio sia generalmente assai più bello della femmina. In lui le penne variopinte servono di allettamento sessuale, e, quantunque lo mettano in vista ai nemici, pure gli valgon di riuscir vincitore nella lotta sessuale, e trasmettere così ai figli i suoi caratteri. Nella femmina, le penne bruniccie servono a nasconderla ai nemici, ond'essa può più sicuramente covare le ova e allevare i piccoli. Pare quindi che gli uccelli maschi abbiano acquistato i vivaci colori per selezione sessuale; e le femmine

siano rimaste con colori modesti, per selezione naturale.

Dal fin qui detto, sembra che si possa concludere: *Le piante e gli animali variano lentamente, ma continuamente, in causa delle mutazioni di nutrimento e di clima, e anche per cause insite, derivanti dai mutui rapporti tra i varj organismi (concorrenza, selezione), e variano di una quantitd non definita, proporzionale alla efficienza delle cause e alla lunghezza del tempo, superando il cosidetto « limite della specie ».*

Questo *limite della specie* è un concetto approssimativo e artificiale. Chè la specie non è, come fu definita, nè « l'insieme d'individui, simili nei caratteri essenziali », nè « l'insieme d'individui ad accoppiamento fecondo ». — Infatti talora variano anche i più essenziali caratteri (*vertebre*) e talora gli ibridi pure sono fecondi. Nessun concetto di specie soddisfa in teoria; in pratica poi il concetto di specie è puramente subiettivo, tant'è vero che d'un certo gruppo di piante o di animali un autore fa cento specie, un altro cinquanta. Classificando poi piante secche e animali preparati, è impossibile adoperare i criterí, che entrano nella definizione, cioè la genealogia, la fecondità, ecc. Il classificare quindi, più che riscontrare un fatto naturale, è ordinare per nostro comodo. In natura non esistono nè classi, nè ordini, e, almeno nel

senso esclusivo e assoluto di molti sistematici, neppure le specie; in natura esistono solo gli individui, e anche di questi la scienza ha un concetto diverso dal volgare. Esistono individui di varj gradi, di varia complicazione. Il vero individuo elementare è il *plastidulo*, o granulo albuminoide, che può, in taluni casi, vivere isolato e autonomo, come organismo a sè (micrococchi, microbacterj, ecc.); un'unione o colonia di plastiduli forma un *plastide* (citode e cellula; moneri, amebe, infusorii, ecc.); un'unione o colonia di plastidi forma un *gastreide* (vermi non segmentati, tunicati, molluschi); un'unione o colonia di gastreidi forma un *ipergastreide* (vermi segmentati, celenterati, artropodi, vertebrati); un'unione o colonia di ipergastreidi forma un *cormo* (echinodermi).

## VII.

### *Filogenia, o evoluzione degli organismi nei tempi geologici.*

Se è vero che le piante e gli animali variano lentamente e continuamente, come ci pareva di poter concludere dai fatti sin qui accennati, ciò dovrà resistere a una prova più forte, a un numero di fatti assai più grande di quelli che si possono osservare tra gli organismi, che ora ci attorniano. Il numero di forme vegetali e animali, attualmente esistenti, è ben piccolo in confronto del numero di forme vegetali e animali, diverse dalle presenti e vissute sulla terra in epoche, anche lontanissime, anteriori all' attuale, assai prima che l' uomo le vedesse e le studiasse. Di questi antichi organismi si conserva traccia, almeno in parte, negli strati geologici, o per modellamento naturale, o per pietrificazione, o per carbonizzazione; e il loro studio forma l' oggetto della pa-

leontologia. Se la legge di variazione progressiva è vera, dovremmo trovare negli strati geologici gli antenati delle piante e degli animali presenti; e precisamente dovremmo trovare negli strati più antichi le forme più semplici, che di mano in mano vanno complicandosi negli strati successivi.

E così infatti si trova. La serie cronologica delle piante e degli animali fossili presenta un notevole parallelismo con una classificazione fatta con ordine ascendente, ossia andando dai più semplici ai più complessi. Inoltre si trovano, tra i resti paleontologici, moltissime forme di passaggio, che sono un grado intermedio tra le varie forme esistenti, e sovratutto tra parecchie delle attuali e parecchie delle fossili; cosicchè si può dire che la paleontologia non solo non è in opposizione coll'ipotesi evolutiva, ma le dà un valido appoggio, e ne è alla sua volta grandemente rischiarata.

Nella storia della terra, almeno dacchè v'apparvero organismi, furon distinte cinque grandi età, con parecchie divisioni e suddivisioni, e sono:

1.° *Età archeolitica* (periodo laurenziano, uroniano, cambriano, siluriano).

2.° *Età paleolitica* (devoniano, carbonifero, permiano).

3.° *Età mesolitica* (triasico, giurese, cretaceo).

4.° *Età cenolitica* (eocene, miocene, pliocene).

5.° *Età antropolitica*, che arriva fin ad oggi.

Ed ecco, in succinto, qual'è la serie delle forme organiche, che si trovano scaglionate lungo questi gradini della storia terrestre:

Quanto ai vegetali, nel periodo Laurenziano si trovano i protofiti, le conferve, le alghe inferiori (*fucoidee*); nel Cambriano e nel Siluriano, le alghe superiori (*floridee*); nel Devoniano, altre alghe superiori (*caracee*), e i primi vegetali terrestri, quali i funghi, i licheni, le epatiche, i muschi, le felci pteridee, calamariee, rizocarpee, ofioglosse, selaginee; nel Carbonifero e nel Permiano, le prime piante cotiledonate, quali le gimnosperme, tra cui le palme, le cicadee, le conifere, e finalmente le gnetacee; nel Triasico e nel Giurese, le monocotiledoni, e le dicotiledoni inferiori o monoclamidee; nel Cretaceo, le dialipetale; nell' Eocene, le dicotiledoni superiori o gamopetale, che sono le piante più complete e altamente organizzate.

Quanto agli animali, se ne rivengono le prime traccie nel periodo Laurenziano; nell'Uroniano si trovano i rizopodi (foraminiferi); nel Cambriano, i primi animali pluricellulari, cioè le spugne, i graptoliti, gli acalefi, i crinoidi, i primi molluschi, i primi vermi; nel Siluriano, i primi coralli, i crinoidi e acalefi superiori, i tunicati, i briozoi, i molluschi, e gli artropodi inferiori (*trilobiti*); nel Devoniano, le asterie, i crostacei superiori, gli

insetti inferiori, i primi pesci ganoidi e placoidi, e i primi dipneusti, che fan passaggio dai pesci agli anfibj; nel Carbonifero, gli echini, i crostacei più elevati, i miriapodi, gli insetti, i pesci ganoidi e placoidi, e i primi animali terrestri, cioè i primi anfibj; nel Permiano, i primi rettili; nel Triasico, i crostacei decapodi, gli insetti superiori, i pesci ganoidi e placoidi, gli alisauri, i rettili inferiori e tocosauri (*Labyrinthodon*); nel Giurese, molti vermi superiori, molti rettili, i primi sauri (*pterodattili*), i primi uccelli, i primi mammiferi, monotremi e marsupiali; nel Cretaceo, i primi pesci teleostei, i rettili chelonii e sauri, i coccodrilli, gli uccelli; nell'età Cenolitica, i pesci cicloidi e ctenoidi, i primi mammiferi superiori o placentali (*pachidermi, proboscidati*) e, in sullo scorcio, le prime scimmie; e nell'ultima età troviamo tutti i mammiferi superiori, e, da ultimo, l'uomo.

Abbiamo dunque, entro ciascun tipo di vegetali e d'animali, una gradazione dal più semplice al più complesso, andando dalle epoche più antiche alle più recenti. V'è poi un gran numero di forme intermedie, quali i *trilobiti*, che fanno passaggio dai crostacei agli insetti; i *labirintodonti*, che fan passaggio dai batraci ai rettili; gli *Archeopterix*, che fan passaggio dai rettili agli uccelli, ecc., ecc.

Così, mentre la paleontologia conferma le conclusioni, che si potevano ricavare dai noti fatti di

variazione e dalle leggi d'adattamento e d'eredità, ne riceve alla sua volta una non piccola luce; poichè in tal modo intravvediamo essere cosa possibile, anzi assai probabile, che quelle forme paleontologiche, che si succedono con ordine così graduato, non siano forme staccate e sôrte ad una ad una, ma si colleghino tra di loro, col legame che unisce gli antenati ai discendenti. In tal modo par ragionevole il vedere, nella somiglianza degli organismi, dei veri e reali rapporti di parentela, anzi il supporre che la quantità della somiglianza sia proporzionale al grado di parentela.

Bisogna però fare alcune riflessioni, per ben interpretare la genealogia paleontologica. Si dice che si sono estinti, che sono scomparsi molti tipi, i quali esistevano in epoche antiche, ossia che si sono distrutte molte specie. L'espressione è giusta dal punto di vista morfologico; chè infatti certe forme una volta esistevano e or non esistono più; ma non è vera fisiologicamente, storicamente. Ci saran stati senza dubbio dei casi di reale estinzione; ma, se ora non ci son più *Archeopterix*, *Labyrinthodon*, *Megatherium*, ecc., ecc. non deve essere già, almeno in regola generale, che se nè sia estinta la razza; esistono i loro discendenti, ma non assomigliano più agli antenati; la specie non si è distrutta, si è trasformata. Ciò si ricava,

e dal fatto, già stabilito, della lenta, ma continua, variazione, e dalla poca frequenza d' una causa, che possa condurre a morte *tutti* i discendenti di un certo progenitore. L'idea della distruzione paleontologica delle specie s' accordava con la teoria geologica dei grandi cataclismi; ma, ora che questa teoria è affatto scaduta, per lasciar luogo a quella delle cause lente o delle cause attuali, essa non ha più nessuna base, su cui appoggiarsi.

Alcuni dirigono ai trasformisti questa obiezione: — Se è vera la legge di variazione progressiva, perchè le piante ora esistenti non sono tutte fanerogame? Perchè gli animali attuali non sono tutti mammiferi? Dunque alcuni si sono trasformati e altri no; dunque la legge di variazione non è generale. —

A questa obiezione si potrebbe rispondere: Ammesso, come par legittimo, dopo tante prove, che la variabilità non ha alcun limite fisso; ammesso, come tutti ammettono, che i tempi geologici si contano a migliaia di milioni d' anni, si può rimontare, nella genealogia di un organismo superiore, da una forma più complessa a una più semplice, da cui quella discese, e così via via, arretrandosi sempre, finchè si arriva, nei più antichi periodi, a quelle forme semplicissime, che diciamo *moneri* (*plastidi anucleati* e *plastiduli*). Questi non possono derivare da un' altra forma più semplice,

perchè son essi stessi gli esseri più semplici, e rappresentano l' infimo gradino della scala organica. Non essendo derivati da altri, è logico supporre che si sien formati quali sono. Che la terra una volta non albergasse organismi, tutti l'ammettono; che in un certo tempo comincino a comparirvi organismi semplicissimi, tutti pur l' ammettono. Ma, se prima non ci sono, e poi ci sono, è necessario che in qualche modo si siano formati. Cosicchè il far questione, non solo sulla possibilità teorica, ma sul reale accadimento della *archigonia* (1), per riguardo ben s'intende, agli infimi esseri plastidulari e citodiformi, è un errore di logica. Dobbiamo però subito aggiungere che, se vediamo la necessità logica dell'archigonia, finora nessun reperto d'osservazione e nessun esperimento ci autorizza a dichiararla come una verità positiva, nè ci ha insegnato in che modo essa possa succedere. Le sperienze d' eterogenia, mercè cui pare che si ottengano bacterî e vibrioni dei granuli adiposi e vitellini del tuorlo, dai globuli del latte, ecc., ammesso anche che siano accettate come definitive, non rischiarano punto, sperimentalmente, la questione dell' autogonia o origine prima della vita orga-

(1) *Archigonia* significa *generazione primordiale* (da ἀρχή, principio, e γόνος generazione). Essa è distinta in *autogonia,* o generazione da sostanze inorganiche e *plasmogonia,* o generazione da sostanze organiche.

nica; perchè nell'eteroggenia o plasmogonia s'adopera già una combinazione albuminoide. Ora una combinazione albuminoide è già per sè stessa *materia viva*, e i fenomeni della vita di alcuni esseri inferiori, che sono semplici granuli o globuli albuminoidi, sono spiegabili con le sole proprietà fisico-chimiche di questi composti. Il problema dell' origine prima della vita si riduce quindi a quello della *sintesi chimica* degli albuminoidi. Ma questo finora non è un problema completamente risolto. Ci danno solo qualche speranza le prove di Henley che, nel 1878, con quattro apparecchi Pictet, ottenne una combinazione d'ossigeno, carbonio, idrogeno e azoto, identica all' albumina, ossia al protoplasma dei moneri. Tuttavia questi sono soltanto piccoli indizj e abbozzi di studj futuri; finora, ripeto, l'archigonia è un'ipotesi; che siamo però obbligati ad ammettere, per non essere ribelli alla logica. E, se è avvenuta archigonia nel periodo laurenziano, nessuno ci potrebbe provare che non sia mai più avvenuta in seguito; tanto più che le condizioni fisiche della terra non variarono molto da allora in poi. Variarono molto invece le condizioni organiche, e queste certamente furono d' ostacolo all'archigonia, perchè il carbonio, l' ossigeno, l'idrogeno e l' azoto, anzichè a combinarsi liberamente tra loro, se pur era possibile, venivano at-

tirati ed assimilati dai già vivi organismi. I quali però, dissolvendosi dopo morte, specialmente entro il seno dei mari, danno continuamente origine a un sedimento albuminoide, che trovasi sui fondi marini, dal quale, se si dà valore alle sperienze d'eterogenia, potrebbero benissimo formarsi, in certe condizioni, degli organismi plastidulari o citodiformi, semplicissimi. Cosicchè neppur la presenza di organismi già differenziati pare che debba fare assolutamente escludere la possibilità, se non per autogonia, almeno per plasmogonia, di nuovi organismi primordiali.

Dietro tali supposizioni, torna facile e naturale la spiegazione dell'esistenza contemporanea di forme poste a grado diverso nella scala organica. Il monere laurenziano, che ebbe per tardi nepoti i mammiferi superiori ora viventi, non avrebbe nulla a che fare col capostipite monerico, poniamo, degli attuali vermi. Questo si sarebbe formato, non nel periodo laurenziano, ma nel devoniano o nel carbonifero. I vermi, che attualmente esistono, non deriverebbero quindi, almeno nella loro maggioranza, dai vermi cambriani e siluriani; la discendenza di questi si sarebbe a quest'ora già trasformata in molluschi, o in artropodi, o in vertebrati. Però è possibilissimo che alcuni, o per maggior lentezza di variazione, derivata dalle condizioni in cui vissero, o per particolari adattazioni

e differenziazioni regressive, sieno ancora sotto la forma di vermi. Dal tutto si ricaverebbe che gli organismi attualmente esistenti sono a vario grado di sviluppo, e perchè le variazioni non si fanno sempre nella stessa misura di tempo, e si fanno secondo rarissime direzioni, e sopratutto perchè essi derivano da capostipiti monerici, formatisi in tempi successivi. Quelli, che discendono dai più antichi, sono più complessi e differenziati; quelli che discendono dai più recenti, sono in uno stadio più arretrato. L'altezza nella scala organica è, approssimativamente, proporzionale all'antichità dei capostipiti monerici. Gli attuali protozoi hanno antenati monerici formatisi nelle ultime epoche; gli attuali moneri si sono formati da poco, e nessuno potrebbe provarci che non vadano ancora formandosi.

Ecco alcune delle ipotesi, che si possono fare, nello stato attuale della scienza, riguardo alla successione paleontologica degli organismi. Gli studj avvenire mostreranno se esse sieno ragionevoli e ben fondate. È certo però fin d'ora che la congerie dei fatti paleontologici, la quale, in sè considerata, è affatto oscura e inesplicabile, diventa, a un tratto, facile ad intendersi e ad analizzarsi, almeno ne' suoi tratti principali, coll' aiuto delle ipotesi e dei ragionamenti, fin qui tratteggiati.

## VIII.

### *Ontogenia, o evoluzione embriologica degli organismi.*

Se è vero, come ci parve ragionevole di poter concludere da ciò che fin qui esponemmo, che le varie forme organiche discendono l'una dall' altra, in seguito alle variazioni, determinate dall' adattamento, e perpetuate dall' eredità, ciò dovrà resistere a un' ultima prova; il risultato della quale, se sarà negativo, non potrà infirmare e distruggere quanto si è finora stabilito; se sarà positivo, renderà sempre più probabile la teoria della trasformazione e discendenza degli organismi.

Abbiamo sopra parlato della legge d'eredità abbreviata, per cui, come si è empiricamente osservato in alcune piante e in alcuni animali domestici, le modificazioni, succedute negli ultimi secoli in una stirpe d' organismi, sono riprodotte, sommariamente, negli ultimi periodi dello sviluppo

embriologico. Vedemmo anche quanto sia proba-
bile che gli organismi discendano l'uno dall'altro,
attraverso alla lunga serie di trasformazioni, che
subirono nei tempi geologici. Si sarebbe quindi
tentati, per giudizio d' analogia, ad estendere il
parallelo tra l' embriologia e la genealogia; a
indagare se gli anteriori stadj embriologici ripe-
tano veramente quelli, che si suppongono essere
stati gli anteriori stadj genealogici d'un certo or-
ganismo. Non è necessario che ciò sia, come non
è necessario che il calore della terra cresca sempre
di un grado ogni trentadue metri, come si ri-
scontrò negli strati superficiali. Ma, se si riscon-
trasse empiricamente che ciò è vero, se si tro-
vasse che esiste un reale parallelismo tra la serie
degli stadj embriologici e la serie dei supposti
stadj paleontologici di un certo organismo, o an-
che, in generale, la serie paleontologica, come ci
è data dalla stratigrafia, allora l' ipotesi evolutiva
potrebbe gloriarsi d'aver avuto un forte appoggio
e una brillante conferma.

Orbene, la teoria della discendenza resiste vitto-
riosamente anche a quest'ultima e formidabile prova.
Lo sviluppo embriologico è una breve ricapitola-
zione dello sviluppo paleontologico. Le forme, per
cui passa rapidamente l'individuo, dallo stadio di uovo
allo stadio di neonato, si succedono con lo stesso or-
dine cronologico che le forme che si trovano negli

strati terrestri, dai più antichi venendo ai più recenti; ossia si succedono con lo stesso ordine che le forme, per cui è presumibile che passassero lentamente gli antenati dell'individuo stesso, dalla forma plastidulare o monerica all'attuale. L'ontogenia insomma è una ripetizione abbreviata della filogenia.

Davanti a questa prova stupenda, inaspettata, il valore obiettivo della teoria di discendenza s'accresce di molto, e la sua probabilità diventa assai grande. Un numero così rilevante di minuti e rigorosi riscontri non può darsi a caso; sarebbe irragionevole il negar che vi possa o che vi debba essere un necessario e meccanico legame eziologico, il quale colleghi i due ordini di fenomeni.

Darò ora un piccolo schizzo dell'evoluzione embriologica d'un animale superiore, di un mammifero. Il punto di partenza della ontogenia è dato, secondo gli ultimi studii, dalle granulazioni nucleari dell'uovo (*stelle molecolari*, *aster*, *amphiaster* ecc.), o *plastiduli*, in seguito alla formazione dei quali l'intera ovocellula nucleata, o *citula*, si segmenta formandosi così due, quattro, otto, ecc., cellule, che costituiscono la *morula*. Le cellule si moltiplicano alla periferia, lasciando nell'interno una cavità, la cui presenza segna, nell'individuo sviluppantesi, lo stadio di *blastula;* la parete s'introflette e si invagina, formando un sacco a dop-

pia parete e con un foro, e abbiamo così, col primo abbozzo d' una bocca e d' una cavità digerente, la *gastrula*. A questi primi cinque stadj di sviluppo dell' uovo, che sono comuni a tutti gli animali pluricellulari o metazoi, corrispondono esattamente i primi cinque gradi di complicazione degli organismi; cioè ai *plastiduli* alcuni *moneri*, alla *citula* le *amebe*, alla *morula* la *sinamebe*, alla *blastula* la *planea* (*magosphaera planula*), alla *gastrula* la *gastrea* (*protascus, halyphisema, gastrophysemo, dicyema*).

Giunto, nello sviluppo embriologico, allo stadio di *gastrula*, cioè di sacco a due foglietti (*entoderma* ed *esoderma*) l' embrione di mammifero, di cui descriviamo lo sviluppo, è simile ad un zoofito, ad una spugna. In un sesto stadio, dai due primarii foglietti dell' embrione, ne derivano due altri (*fibrocutaneo* e *fibrovascolare*) e allora l' embrione del mammifero sviluppantesi ha l' organizzazione di un verme, di una larva d' ascidia In un settimo stadio, si forma la corda dorsale o notocorda, primo abbozzo della colonna vertebrale, e allora l' embrione di mammifero è un vertebrato senza cranio, senza cuore, senza mascelle, senza membra; è simile a un *amphioxus*. In un ottavo stadio, l'embrione diventa un craniota, senza mascelle e membra, come una lampreda; la testa è distinta dal corpo, l'estremità del tubo mi-

dollare si piega e si divide in cinque ampolle cerebrali, a lato delle quali compaiono le vescicole olfattive, oculari, e uditive; e comincia a formarsi un apparecchio circolatorio. In un nono stadio, l' embrione di mammifero è simile ad un pesce; le sue membra sono come due escrescenze piatte al petto e due all' addome; vi hanno le fenditure branchiali, separate dagli archi branchiali e coi relativi vasi sanguigni; il primo pajo d' archi bran chiali diventa una mascella rudimentale; il cuore è diviso in due cavità; dal canale digerente provengono i polmoni (omologhi alla vescica natatoria dei pesci), il fegato e il pancreas. Infine, in un decimo stadio, abbiamo l'organizzazione di amniota, cioè dapprima di rettile, con cuore a tre cavità, e in seguito di aplacentario e placentario, con cuore a quattro cavità. L'appendice caudale della colonna vertebrale, che si sviluppa insieme ad essa, in alcuni mammiferi permane invariata; in altri, che non presentano coda al tempo della nascita (p. es. nell' uomo), essa trovasi pure egualmente sviluppata durante gli stadj embriologici, e solo negli ultimi tempi di sviluppo si riduce a un rudimento *(vertebre coccigee)*, senza sparire del tutto.

Lo stesso si potrebbe ripetere per gli altri animali superiori. Lo schema dello sviluppo è per tutti eguale; si passa da uno stadio più semplice a uno più complesso, precisamente come nella

classificazione ascendente, o nella successione paleontologica. Alcuni, i superiori, arrivano fino a un certo stadio; altri si fermano prima, e così quelle forme, che sono permanenti negli animali più semplici, sono invece transitorie nei più complessi.

Dicemmo sempre fin qui che l'ordine cronologico nelle forme embriologiche è parallelo all'ordine cronologico delle forme paleontologiche; il che non vuol dire che lo sviluppo d'un organismo superiore ripeta *tutte* le forme paleontologiche; ma vuol dire che quelle tali che ripete, le ripete *nello stesso ordine*, con cui son disposte nella serie stratigrafica. Per esempio, nell'embriologia di un mammifero, lo stadio di gastrula precede quello di verme, e questo quello di pesce, e questo quello di amniota, precisamente come nella serie paleontologica. Però non troviamo nell' ontogenia dello stesso una forma di echinodermo, di mollusco, di artropodo, che pure si trovano nella serie paleontologica. Ciò indicherebbe che tra gli antenati dei mammiferi non entrano nè gli echinodermi, nè i molluschi, nè gli artropodi, i quali sono rami divergenti, dipartitisi, insieme coi vertebrati, da un tronco comune. Ad ogni modo, di queste apparenti lacune della serie ontogenetica parleremo nel seguente capitolo.

L'interessante riscontro fra la serie paleontolo-

gica e la serie embriologica è un effetto della legge di eredità abbreviata, che abbiamo sopra enunciata (V. pag. 32). Le forme embrionali, le quali ripetono forme inferiori, che già vissero autonome, possono considerarsi come casi di atavismo (*atavismo embriologico*). Così, non solo possiamo stabilire un parallelismo tra le due serie di forme, ma siamo condotti ad ammettere un legame eziologico, causale, una dipendenza meccanica, che le collega. Prima dicemmo che l'ontogenia è una ricapitolazione della filogenia. Ora possiamo fare un passo più avanti, ed aggiungere, come sommamente probabile, che la *filogenia è la causa meccanica dell'ontogenia, mercè le leggi di adattamento progressivo e di eredità abbreviata.*

Questa conclusione, sebbene induttivamente ottenuta e suscettibile di maggiore sviluppo, segna nondimeno un rilevante progresso nella biologia. Il mistero delle complicate e stranissime metamorfosi embriologiche sembra svelato. Con la teoria delle cause finali, non si sarebbe mai potuto capire perchè l'embrione, per esempio, d'un uomo, nei suoi primi stadj di sviluppo, non fosse già, come erroneamente si credeva una volta, un uomo imperfetto, ma fosse tutt'altra cosa che un uomo; fosse un'ameba, un verme, un pesce, un rettile; non si sarebbe mai potuto capire perchè la natura, per modellare un uomo, si sbizzarrisse prima a far

delle forme, che non hanno nulla a che fare con lui. La sovresposta *legge biogenetica fondamentale*, che stabilisce la dipendenza dell'ontogenia dalla filogenia, rende meccanicamente concepibile ed esplicabile un fatto, di cui s'era già asserita impossibile ogni spiegazione.

Ma non tutti i fenomeni degli embrioni derivano da eredità abbreviata. I varj modi e luoghi, n cui essi si sviluppano, (uovo differenziato o metovo dei rettili e degli uccelli, utero dei mammiferi, ecc.) determinano la formazione di organi particolari, che non sono ripetizioni delle forme degli antenati, ma recenti adattazioni alle modalità e condizioni di sviluppo. Inoltre, le medesime condizioni embriologiche fanno sì, che si ereditano solo i caratteri di profonda organizzazione, ma vanno perduti i caratteri esteriori, dovuti, negli antenati, all'adattazione all'ambiente e ai mezzi di vita. Così si ereditano le cinque vescicole cerebrali, il cuore biloculare dei pesci, ma non le squamme, la coda bifida ecc., organi acquistati per adattazione alla vita acquatica, e quindi inutili all'embrione. Insomma sono caratteri derivanti dall'eredità abbreviata, o caratteri *palingenetici*, le conformazioni del cervello, del cuore, dei vasi, dei muscoli; sono caratteri di adattamento alle condizioni di sviluppo, o caratteri *cenogenetici*, il tuorlo di nutrizione, l'albume, la membrana testacea, il *chorion*,

l'allantoide, *l'amnios*, la placenta, il funicolo ombellicale. I caratteri cenogenetici sono però facilmente distinguibili dai palingenetici, e sono tanto più sviluppati, quanto più presto l'animale, durante i suoi stadj d'evoluzione embriologica, abbandona gli involucri proprii o il corpo materno, e vive invece libero ed autonomo. Così le larve degli insetti, che vivono liberamente e combattono da lungo tempo la lotta per l'esistenza, hanno una serie di organi d'adattamento o cenogenetici, che mascherano, senza però distruggerli o occultarli, gli organi d'eredità o palingenetici.

La storia quindi dello sviluppo embriologico d'un qualsiasi organismo, la quale è una curiosità priva di significato per un naturalista empirico, è invece, per un trasformista, un riassunto della storia di sviluppo paleontologico, una fede di nascita, una tavola genealogica dell'organismo, che si considera. Anzi nell' intima e minuta anatomia pur dell'organismo adulto può il trasformista leggere la storia delle sue evoluzioni; chè esso conserva nella struttura delle sue parti, negli organi anomali e rudimentari, le traccie del suo modo di formazione embriologica. Un biologo può, nell' intima compagine anatomica, leggere la storia di un organismo, non meno che il geologo possa leggere, negli strati terrestri, tuttochè contorti e rimaneggiati dai dislocamenti interni, dal metamor-

fismo e dalla degradazione meteorica, la storia della terra.

Possiamo dunque stabilire, come assai probabile, la conclusione seguente:

*I vegetali e gli animali variano lentamente e senza limiti determinati, in causa dell' adattamento (clima, nutrimento, selezione, ecc.) e dell' eredità; e variano, in generale, complicandosi e perfezionandosi. Le forme più complesse discendono dalle più semplici, e tra i varj gradi della serie paleontologica esiste il rapporto di antenati e discendenti. Lo sviluppo paleontologico è la causa meccanica, per la legge d'eredità abbreviata, dello sviluppo embriologico, e l'ontogenia è una ricapitolazione della filogenia.*

## IX.

### *Genealogia degli organismi.*

La rapida ripetizione delle forme paleontologiche, data dall'ontogenia, ci permette di fare un ultimo passo. Non solo possiamo ammettere, come assai probabile, che gli organismi variarono e discesero l'uno dall'altro; ma possiamo sperar di rintracciare *in qual modo* variarono, *per quale tramite* discesero. L'embriologia di un organismo, ripete, salvo piccole lacune e poche variazioni cenogenetiche, la sua genealogia; l'ontogenia ci fornirà quindi una base importante, per costruire ipoteticamente l'albero genealogico di un vegetale o di un animale.

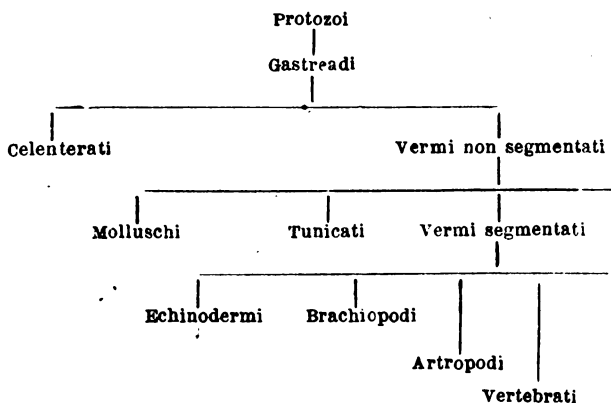
A questo dato, un altro se ne aggiunge importantissimo, offertoci dall'anatomia comparata; cioè lo studio delle *omologie*. Noi possiamo raggruppare le piante e gli animali in parecchi tipi fon-

damentali, ciascuno dei quali offre un particolare schema anatomico. Entro il tipo, ciascun organo può variare di forma e di funzione, ma è sempre rintracciabile, per la sua struttura istologica, per il rapporto di posizione cogli altri organi, e per la sua derivazione embriologica dall'uno piuttosto che dall'altro foglietto blastodermico. Questi organi, morfologicamente simili, diconsi *omologhi*. La mano dell'uomo è omologa al piede anteriore degli altri mammiferi (*falangi*, *metacarpo*, *carpo*), all' estremità delle ali degli uccelli, all' estremità delle natatoie pettorali dei cetacei, all' ala del pipistrello, e così via. Il polmone dei mammiferi è omologo alla vescica natatoria dei pesci; il primo pajo di arti degli aracnidi è omologo al secondo pajo di mascelle degli insetti. La cavità digerente è, ora totalmente e ora parzialmente, omologa in tutti i metazoi. Queste omologie, queste somiglianze organiche sono da considerarsi come indizii della parentela, che collega i varj organismi; anzi può dirsi che tali somiglianze sono proporzionali al grado di parentela. Son quindi anch'esse di grande ajuto nella costruzione ipotetica degli alberi genealogici.

I quali per altro, voglio subito avvertirlo, hanno *solo un valore approssimativo e provvisorio*, e rappresentano solo, a larghi tratti, la probabile parentela, che esiste tra le varie forme organiche,

come abbiam potuto ricavarla dall' anatomia comparata, dall'embriologia e della paleontologia; son essi la parte più avanzata e ipotetica della teoria, e riservati, per la loro definitiva costruzione, se pur sarà possibile, agli studj futuri. Ecco però quel poco che si può dire, nello stato attuale della scienza, intorno al tramite, per cui sarebbero discese le varie forme organiche.

Primi a formarsi, per archigonia, furono, negli antichissimi tempi geologici (periodo laurenziano?) gli infimi moneri, o esseri plastidulari e citodiformi cioè i più semplici dei viventi. Da essi è presumibile che sian derivati, da una parte i moneri vegetali, dall'altra i moneri animali. Dai moneri vegetali sarebbero derivate le prime piante, differenziatesi in funghi ed alghe; dai funghi si farebbero derivare i licheni, dalle alghe i muschi, dai muschi le fanerogame. I moneri animali avrebbero dato origine ai protozoi, da cui sarebbero derivati i gastreadi, dai gastreadi i celenterati e i vermi, dai vermi gli echinodermi, i brachiopodi, i molluschi, gli artropodi, i tunicati e i vertebrati. Tutte le quali parentele non sono stabilite a capriccio, ma dietro minuziosi confronti tra le varie forme, allo scopo di scoprirne le omologie, e dietro attento esame del loro sviluppo embriologico, che deve ripetere, come vedemmo, lo sviluppo genealogico, e della loro successione

paleontologica, che mostra in che ordine di tempo siano apparse le forme. Tanto per dare un esempio, mostrerò come si può riassumere il probabile albero genealogico della serie animale:

Ma, se tali si può supporre che siano state le forme principali, per cui passò, nei lunghissimi tempi geologici, la serie animale, quali sono le forme intermedie, che le une alle altre colleghino? che formino il passaggio da tipo a tipo? Ecco ciò che si può rispondere, nello stato attuale della scienza.

Le colonie di protozoi, o sinamebii, viventi nelle acque, avrebbero dato origine, per mezzo della divisione del lavoro tra le varie cellule, ai primi

organismi pluricellulari, tra cui apparvero i primi gastreadi, rappresentati attualmente dal *Dicyema typus*, dall' *Halyphisema* e dal *Gastrophysema*. La derivazione degli echinodermi dai vermi segmentati sarebbe spiegabile ammettendo, come è dimostrato dall' anatomia comparata e dall' embriologia, che gli echinodermi, fatti a simmetria pentagonale, siano stati, in origine, una colonia, composta di cinque o più vermi segmentati, insieme riuniti. La forma di passaggio dai vermi ai brachiopodi e ai molluschi è data dai briozoi, che furono classificati ora nell' uno, ora nell'altro tipo. Sono forme di passaggio tra vermi e artropodi alcuni acaridi (*linguatule*, ecc.); e secondo taluni naturalisti, le forme larvali d' alcuni tunicati (*Ascidia*), simili a quelle d' alcuni infimi vertebrati (*Amphioxus*), collegano insieme l' uno e l' altro tipo, e ambedue li accostano ai vermi. Chè nelle larve d'ascidia appare una prima traccia di corda dorsale, e negli acranii (*amphionus*) v'è una corda dorsale permanente; e tanto le ascidie che gli acranii furono da taluni classificati tra i vermi. Altri naturalisti al contrario, e forse a maggior ragione, farebbero risalire i vertebrati agli anellidi (*vermi segmentati*).

Entro ciascun tipo poi è possibile costruire un albero genealogico più dettagliato; quello dei vertebrati potrebb' essere il seguente. Dai vermi de-

riverebbero i cordoniani; da questi i tunicati e gli acranii; degli acranii i leptocardi e i cranioti; dai cranioti i ciclostomi (*lamprede*) e i selaci (*pesce cane*, ecc.); dai selaci i ganoidi, i teleostei (*pesci ossei*) e i dipneusti (*Lepidosiren*); dai dipneusti i batraci, i protopteri e gli alisauri; dai batraci gli ammioti, da questi i rettili e i mammiferi, e dalle forme inferiori di rettili gli uccelli.

Intorno al valore di questi ipotetici alberi genealogici bisogna però intendersi, onde non si abbiano idee inesatte od oscure, sotto varj rapporti. Anzitutto, come dicemmo, essi rappresentano ipotesi provvisorie, cioè relative allo stato attuale della scienza; e non son altro, in fondo, che un mezzo comodo e grafico per esprimere i gradi di parentela, riscontrati fra i varj organismi, mercè l' anatomia, l' embriologia e la paleontologia. Cosicchè può darsi benissimo che, col progredire di questi rami della scienza biologica, gli alberi genealogici abbiano ad essere in parte modificati. Non è però a credersi che possano venir modificati in tutto. Quanto più ampia è la divisione dei vegetali o degli animali, a cui applichiamo l' albero genealogico, tanto minore è la probabilità d' errare, perchè i fatti più generali difficilmente possono venire modificati da ulteriori scoperte. Invece gli alberi genealogici di un tipo, o di una classe o di un ordine presentano un minor grado di pro-

babilità, perchè i fatti particolari possono venire modificati da nuovi studj; anzi un albero genealogico è tanto più provvisorio, quanto più piccola è la divisione animale, di cui ci occupiamo.

Ma il concetto genealogico si può applicare non solo alla discendenza delle varie forme organiche, sibbene anche allo sviluppo di certe funzioni, di certi organi. Sarebbe per esempio interessante sapere in qual modo si siano formati gli organi circolatori, a partire dagli animali più semplici. V'è un altro fatto, di cui la spiegazione c' interesserebbe assai; cioè che, in gran numero, gli organismi sono distinti in maschi e femmine. Come si spiega la formazione dei sessi e dei caratteri sessuali, sì primarj che secondarj? Ecco ciò che si può dire intorno a questo argomento.

La formazione dei sessi distinti è da considerarsi come un processo di differenziazione per riduzione. I più antichi animali germipari, come molti degli attuali animali inferiori, erano ermafroditi, con apparecchio sessuale estremamente semplice, cioè composto di una glandula ovarica e di una glandula spermatica, situate nell'interno del corpo, cosicchè le uova venivano fecondate dagli spermatozoi, e poi, deposte, si sviluppavano. Così succede anche attualmente in alcuni organismi. In taluni casi le condizioni ambienti o le modificazioni nella forma del corpo, in seguito alla selezione naturale, re-

sero difficile o incomoda l'autofecondazione completa di un medesimo animale o vegetale, onde due si accoppiavano, di cui ciascuno possedeva completo e funzionalmente attivo l' organo maschile e femmineo, cosicchè ciascuno restava fecondato e fecondatore allo stesso tempo. Questo fenomeno succede anche attualmente in molti vegetali, presso cui è chiamato col nome di *dicogamia*. Moltissimi fiori, che hanno stami e pistilli ben costituiti, non si possono fecondare da sè, o per difficoltà di forma, o per il diverso tempo di maturazione dell'uno e dell'altro prodotto sessuale; succede quindi che il polline di un fiore è trasportato, dal vento o dagli insetti, su un altro fiore, il quale manda il suo polline su d' un terzo e d' un quarto, o alla sua volta, potrà benissimo ricambiare al primo, pochi giorni dopo, la polvere fecondante. È uno scambio generale di polline, pur tra fiori che posseggono completo sì l' organo maschile che il femminile. Anche in alcuni animali ha luogo la dicogamia. I vermi cestodi (*Taenia*) son formati di molti anelli o proglottidi, ciascuna delle quali ha organi maschili e femminili. Ma l' autofecondazione è resa impossibile dal diverso tempo di maturanza dei prodotti sessuali, essendo più precoci gli organi maschili. Ne segue che una proglottide non feconda sè stessa, ma le uova di quella che la segue. Lo stesso suc-

cede in alcuni gasteropodi e acefali, e in alcuni anellidi (sanguisughe), in cui è necessario l'accoppiamento di due individui, benchè ciascuno sia ermafrodito. È questo il punto di partenza alla formazione dei sessi distinti. Chè, negli individui ermafroditi accoppiantisi, non sempre ambedue gli organi genitali, maschile e femminile, erano in egual grado di sviluppo o funzionalmente potenti; questa differenza, invece di essere nociva per la specie, fu vantaggiosa, perchè la minor potenza dell'uno favorì, per correlazione, la maggior potenza dell'altro organo, e quindi il primo tendeva, per eredità dei caratteri, a perpetuarsi e, per ripetuta scelta, ad accrescersi; mentre il secondo, per le stesse ragioni, tendeva ad atrofizzarsi. Il primitivo ermafroditismo completo scomparve; in ciascun individuo o l'uno o l'altro organo cominciò a ingrandire e differenziarsi vieppiù, con correlativa riduzione del rimanente; finchè, continuando la generale evoluzione progressiva e la particolare retrogradazione, uno dei due organi raggiunse un alto grado di sviluppo, con grandi complicazioni, e l'altro si ridusse a un rudimento. Ma non scomparve, e ne troviamo le traccie anche negli animali superiori. L'evoluzione embriologica, sempre pronta a dar notizia dell'evoluzione filogenetica, ci mostra che negli embrioni, fin a un certo stadio, non si può distinguere tra maschio e femmina;

è un ricordo forse dall'antico ermafroditismo; poi si sviluppa un sesso, ma dell' altro resta qualche rudimento, quale la prostata maschile, che è considerata come omologa all' utero o il femmineo clitoride; considerato omologo ai corpi cavernosi maschili. L' origine dei sessi è dunque l'ermafroditismo, che va diventando sempre più incompleto, per uno dei soliti processi di divisione del lavoro. Anzi si può dire che morfologicamente (non fisiologicamente) anche oggidì tutti gli animali e i vegetali sono ermafroditi. In alcuni ambedue gli organi sono egualmente sviluppati e funzionalmente attivi, in altri si sviluppa uno e si riduce l' altro, con infinite gradazioni di più e di meno, fino a quella in cui uno dei due organi è ridotto affatto rudimentale e quasi atrofico, e l' altro solo campeggia. Quanto ai caratteri sessuali secondarj, cioè alle differenze esteriori fra maschio e femmina, essi derivano, in generale, dalla lotta che fanno i maschi per possedere la femmina. Tale lotta fa sì che si sviluppino le armi di offesa e di difesa (come, unghie, denti canini, ecc.), i peli, le penne, i colori, e tutte quelle particolarità, che ponno servire, come ornamento, ad attirare la femmina, le secrezioni particolari, gli organi di presa, la statura, ecc., nell' individuo maschile; e nel femminile certi caratteri, che servano a proteggerlo

durante la covatura delle ova o l'allevamento dei figli. In rarissimi casi la distribuzione dei caratteri ha luogo in senso inverso (nelle Epeire, tra i ragni, ecc.).

L'avvertenza più indispensabile e di capitale importanza da farsi intorno agli alberi genealogici, senza della quale non si può avere una giusta idea intorno al valore obiettivo delle ultime conclusioni della teoria evolutiva, è la seguente. I varj nomi tecnici delle classi, dei tipi, ecc., che abbiamo sopra applicato alla costruzione degli alberi genealogici, non si riferiscono in modo particolare a questa o a quella reale forma di organismi, ma servono solo a indicare la forma anatomica, che doveano avere quei varj membri della genealogia. Così, parlando della derivazione dei batraci dai dipneusti, non vogliamo asserire che, p. es. una delle note specie di rane derivi da un *Lepidosiren*, ma che è assai probabile che alcuni tra gli antenati della nostra rana avesse tal forma, che a nessun altro dei viventi organismi avremmo saputo avvicinarlo, meglio che a un *Lepidosiren*. Quando dico che gli uccelli sono probabilmente discesi dai rettili inferiori, non intendo dire che son discesi dagli antenati dei rettili inferiori attualmente viventi, sibbene da organismi che aveano una forma simile a quella di questi ultimi, che ora più non esistono sotto tal forma e di cui si trovano i resti

fossili negli strati terrestri. Gli antenati dei rettili inferiori attuali, al tempo in cui gli antenati degli attuali uccelli avean forma di rettile inferiore, saranno stati in uno stadio di sviluppo più arretrato, saranno stati o dipneusti, o alisauri, o protopteri. Così, quando si stabilisce una parentela tra *Ascidia* e *Amphioxus* oppure tra vermi segmentati e *Amphioxus* non si vuol dire che questo è derivato da quelli, ma solo che, in tempi antichissimi, da un organismo vermiforme, senza segmenti, derivarono, per divergenza, due serie di organismi, una delle quali somigliava alle moderne ascidie o ai moderni anellidi, l'altra ai moderni *Amphioxus*. E, dicendo poi che dagli acranii derivarono i vertebrati, come quelli dai vermi, non vogliam dire che tra gli antenati dei vertebrati fosse compreso, in regola generale, alcuno degli antenati degli attuali vermi; chè è supponibile che, quando gli antenati degli attuali vertebrati avean forma di verme, gli antenati degli attuali vermi avessero forma inferiore, per esempio di gastreadi.

Se però tra tipi assai lontani, quanto a organizzazione, e assai diversi, quanto a complicazione anatomica, come tra gli attuali vermi e gli attuali mammiferi, non pare ragionevole ammettere un progenitore comune, tra forme meno diverse per altezza nella scala organica, o anche diversissime quanto a forma, ma egualmente differenziate e com-

plicate, è possibilissimo che vi sia stato il legame genealogico d'un progenitore comune. Per esempio, gli attuali molluschi cefalopodi, gli artropodi e i vertebrati sono diversissimi per organizzazione, ma hanno quasi un egual grado di complicazione; e, rimontando nella loro genealogia, si trova, quale loro probabile comune progenitore, un organismo vermiforme. Così, entro a un medesimo *tipo*, si può ammettere che tanto le forme inferiori quanto le superiori derivino da uno stesso progenitore; e ciò per le seguenti ragioni. Anzitutto perchè la complicazione organica non è sempre una misura esatta del numero delle trasformazioni subìte, potendo esse succedere in direzioni diversissime, ed ora per diretta, ora per tortuosa via, talchè è probabilissimo che siano discendenti dagli stessi selaci devoniani tanto i moderni pesci teleostei, come i moderni mammiferi; infatti la *perfezione* d' un organismo è tutta relativa ai mezzi di vita. In secondo luogo, non tutti gli organismi variano con lo stesso rapporto di tempo; ciò dipende dalle condizioni, in cui si trovano; ed è possibile che un ramo si sia rapidamente differenziato, e l'altro assai più lentamente, in modo da restare in arretrato nella serie ascendente. Inoltre la divergenza dei caratteri ha luogo specialmente nelle forme inferiori di ciascun tipo, cosicchè sì i rettili attuali, che gli uccelli attuali, possono aver avuto lo stesso pro-

genitore in un rettile inferiore, la cui discendenza divergette, e una parte assunse forma d'uccello, l'altra progredì nella differenziazione di rettile, impiegando il medesimo tempo a raggiungere le forme attuali, e forse la medesima complicazione di metamorfosi.

È ben difficile invece che i vermi primitivi si siano divisi in varj rami, uno dei quali variò, producendo i vertebrati, e l'altro non variò, restando sotto forma di verme. Però ciò è possibile solo quando i vermi siano rimasti tali, non per fissità, ma per un adattamento speciale, per una differenziazione regressiva, come nel parassitismo (vermi intestinali), esigendosi per ogni differenziazione un tempo grandissimo. Cosicchè, mentre i mammiferi attuali sarebbero parenti dei vermi antichi, è probabilissimo che molti dei vermi attuali non abbiano coi vermi antichi nessun rapporto di parentela. È pur probabilissimo che le attuali piante fanerogame e gli attuali vertebrati, tanto diversi, per forma, ma egualmente elevati nella rispettiva scala organica, abbiano per comune progenitore il medesimo archigonico plastidulo o monere, perchè l'enorme distanza del tempo spiega l'enorme differenza. Ma non è probabile che le fanerogame abbiano avuto un progenitore comune con le attuali crittogame; troppo diversa essendo l'altezza dell'organizzazione.

Per concludere insomma, i nomi tecnici adope rati negli alberi genealogici non si riferiscono a nessuna forma vivente, fuorchè nell' ultimo ramo, ma rappresentano solo il grado d'organizzazione, a cui dovea corrispondere ciascuna forma filogenetica. Il moltiplicarsi delle cognizioni positive indicherà poi con sempre maggior sicurezza la precisa strada percorsa dagli organismi nelle loro secolari evoluzioni.

## X.

### *Applicazione della teoria evolutiva all'uomo.*

L'umanità abita la terra da un gran numero di secoli; sulla grandezza del quale però la scienza non ha ancor detto l'ultima parola. Tutti ad ogni modo sono d'accordo, antropologi e geologi, nell'idea che l' età di alcuni resti umani si deve contare non a decine, ma a centinaja di secoli. Ora, in parecchie centinaja di secoli, quali modificazioni avvennero nella stirpe umana? Dev' essere l' uomo, in faccia alle teorie evolutive, considerato alla stessa stregua degli altri animali? Ebbe luogo anche tra i suoi antenati la concorrenza vitale, la scelta naturale e sessuale, la lenta e progressiva variazione? E, in tal caso, si potrà sperare di conoscere, almeno a grandi tratti, l'albero genealogico dell'uomo?

L'uomo è un vertebrato, un mammifero; la sua costituzione anatomica lo prova chiaramente, e su

questo punto non v' ha dubbio alcuno. Esso presenta un complesso di fenomeni organici per nulla diversi dai fenomeni degli altri esseri viventi; esso non è essenzialmente diverso da alcun altro organismo.

È un fatto, che i mammiferi superiori, o placentarii, differiscono dai mammiferi inferiori, o aplacentarii, molto più di quel che l' uomo differisca da qualunque mammifero superiore. Si può dire, quasi alla lettera, che l'uomo non ha un muscolo, un osso, un organo, che non trovi il suo omologo in qualsiasi altro dei mammiferi superiori. Ha persino parecchi organi rudimentari, che non gli servono a nulla; e si direbbe che servono solo a rendere più completa la sua somiglianza coi mammiferi placentarii.

È vero ch' esso ha un cervello relativamente più voluminoso e circonvoluto che gli altri mammiferi. Ma una sola dissomiglianza non può distruggere il valore e il peso di mille rassomiglianze. E poi la differenza non è essenziale e profonda; chè il cervello dell'uomo ha la struttura e la disposizione generale del cervello degli altri mammiferi, e somiglia poi, perfino nei particolari, al cervello d' alcune scimie. Inoltre, sebbene noi siamo inclinati a dare allo sviluppo del cervello e dell' intelligenza una importanza eccezionale, è da ritenersi invece che, in faccia alla natura, il cer-

vello vale come un altro organo, e la intelligenza come un' altra funzione. E in nessuna classe o ordine di animali e vegetali si ha riguardo, nel porre una classificazione o nel ricercare i rapporti di parentela, a un solo organo, ma al complesso delle somiglianze di tutti gli organi; e la differenza *quantitativa* d'un solo organo non pesa molto, in confronto della somiglianza di tutti gli altri.

Si citano l'intelligenza, il sentimento, la favella, come doti esclusive dell'uomo. Ma ciò è poi vero? L' uomo ha certo maggiore intelligenza e sentimento e più perfetto mezzo di esprimerli, che qualunque altro animale; il che non vuol dire che gli animali sieno affatto privi dell' una e dell'altra cosa. Molti animali, e specialmente i mammiferi superiori, ricordano, conoscono i luoghi e le persone, amano e odiano, sono lieti o iracondi, e sono insomma capaci di atti psichici abbastanza complessi. Quanto poi alla favella, è vero che nessun animale ha la parola articolata dell'uomo, ma non è vero che manchi d' un mezzo per esternare i propri atti psichici. In che consiste essenzialmente la favella? Nel far corrispondere un suono a un sentimento o ad un' idea. E non fanno questo tanti e tanti animali? E le multiformi voci dei mammiferi e degli uccelli non sono espressioni di dolore, di gioia, di desiderio, di sentimento insomma, di lavoro cerebrale?

Si vede, in conclusione, che le differenze, quantunque rilevanti, che esistono fra l'uomo e gli altri mammiferi, non sono *qualitative*, ma solo *quantitative*. Tanto più che per *uomo* noi intendiamo volgarmente quasi soltanto l'uomo incivilito, senza pensare alle razze inferiori che, e per intelligenza, e per favella, e per organizzazione, sono non poco lontane dalle superiori, e formano quasi un grado di passaggio tra l'uomo e gli antropomorfi. In generale non lo si crede; ma chi è in grado d'esserne giudice competente assicura che la differenza che passa, sì per organizzazione anatomica che per valore psichico, tra un colto indoeuropeo e un selvaggio papua od obongo non è di molto minore di quella che passa tra un papua od obongo e un antropomorfo.

Se dunque l'uomo non differisce essenzialmente dagli altri animali, si potranno a lui pure applicare le leggi della discendenza.

Tutti ammettono che i resti umani, i quali si trovano insieme alle armi di selce e di bronzo nelle caverne e palafitte preistoriche, appartengono a nostri lontani antenati. Orbene, la maggior parte di quei resti rivela una struttura anatomica corrispondente a quella delle attuali infime razze umane. E, se non abbiamo difficoltà a riconoscere, come vuole l'evidenza, d'essere discesi da simili uomini, cioè da uomini selvaggi, da uomini che

differivano da noi press' a poco come dagli antropomorfi, perchè avremmo difficoltà a riconoscere che i lontani antenati di quegli uomini preistorici potessero avere forme pitecoidi?

Inoltre l' embriologia, sicura pietra di paragone della storia genealogica di un organismo, testifica che anche l'uomo ha avuto origine da una forma inferiore. L' embrione umano, negli stadj del suo sviluppo entro l'utero materno, passa per le forme d' essere unicellulare o protozoo, di gastrea, di verme, d' acranio, di craniota, di pesce, d'anfibio e finalmente di vertebrato. E se, come vedemmo, l' ontogenia è una ricapitolazione della filogenia, sarà possibile ricostruire *ipoteticamente* la serie degli antenati dell'uomo.

Gli antenati più diretti dell'uomo attuale furono i cosidetti uomini preistorici, di cui rimangono i resti e le armi di pietra e di bronzo nelle alluvioni postglaciali. Essi avevano forme simili a quelle dei moderni selvaggi più abbrutiti; la loro costituzione anatomica segna quasi un grado di passaggio tra l' uomo attuale e l' antropomorfo. Se i moderni uomini civili ebbero per antenati simili uomini selvaggi, quali saranno stati i più diretti antenati di questi ultimi? È ragionevole supporre, facendo una proporzione, che gli antenati degli uomini preistorici avessero organizzazione ancora più bassa, somigliassero insomma alle moderne scimie antro-

pomorfe. Certamente però l'uomo non discende direttamente da nessuno degli antropomorfi attuali. Nè il gorilla e il chimpanzè africani, quantunque neri e dolicocefali come i negri, nè l'orango e il gibbone asiatici, quantunque bruni o giallo-bruni e brachicefali come i mongoli, possono, nemmeno per un istante, essere considerati come antenati dell'uomo. Nessun naturalista serio ha mai professato simile dottrina, la quale, in faccia alla teoria evolutiva, sarebbe un assurdo. Infatti, se da forme simili o identiche agli attuali antropomorfi fossero derivati, da una parte gli uomini, dall' altra gli antropomorfi simili agli antenati, non si saprebbe trovar la ragione perchè gli uni si siano modificati e gli altri no. Per essere congruenti, bisogna ammettere che, quando gli antenati degli attuali uomini avevano forme antropomorfe, gli antenati degli attuali antromorfi avessero forme più basse, per esempio di cinocefali, di cercopiteci, di semnopiteci. Il che non esclude che tanto gli uomini quanto gli antropomorfi attuali abbiano avuto un comune progenitore; anzi tutte le nostre cognizioni anatomiche, embriologiche e paleontologiche conducono a questa conclusione. E da tale comune progenitore sarebbero derivati varj rami, di cui alcuni si differenziarono per lo sviluppo del cervello, altri per lo sviluppo dei muscoli, ecc.; oppure, per condizioni di vita, gli uni si differen-

ziarono più rapidamente, gli altri più lentamente, derivandone tanto gli attuali antropomorfi, quanto gli attuali uomini selvaggi o inciviliti.

Ma il comune progenitore degli antropomorfi e degli uomini da chi discese? Le cognizioni anatomiche e embriologiche, che finora si hanno, indicano le scimie inferiori quali più prossimi parenti delle scimie superiori. E questa conclusione, che a chicchessia parrebbe assai più ovvia della parentela stabilita fra le scimie superiori e l'uomo, è invece assai meno probabile di quella, avendo l'Huxley dimostrato coi fatti che le differenze anatomiche tra l'uomo e le scimmie superiori sono assai minori che quella tra le scimie superiori e le inferiori. Queste, insieme a tutti i mammiferi superiori, avrebbero, per comuni progenitori, i prosimi o infimi tra i mammiferi con placenta. I placentali apparvero nell'età cenozoica; ma nella mesozoica, insieme ai rettili e agli uccelli, vivevano i mammiferi inferiori. Gli antenati di queste tre classi (mammiferi, uccelli, rettili) apparvero probabilmente nel periodo carbonifero o permiano, cioè nell'età paleozoica, ed erano, a quel che pare, assai vicini ai rettili inferiori. Questi alla loro volta rimonterebbero agli anfibj, e gli anfibj ai pesci, per mezzo di una forma intermediaria simile agli attuali dipneusti. Ma i più semplici tra i pesci, gli infimi vertebrati, i leptocardj (*Amphio-*

*xus, Epigonichthys)* rivelano, nelle loro particolarità anatomiche, una stretta parentela coi vermi; le forme inferiori di vermi ci portano ai gastreadi e questi ai protozoi. Vedemmo già come le prime forme animali (protozoi) e vegetali (protofiti) sembrino rimontare ai plastiduli citodi, o moneri archigonici. Ecco dunque tracciata rapidamente la via dall'uomo al monere; tanto rapidamente, che simili risultati sembreranno ipotesi fantastiche e irragionevoli a chi non conosce i lunghi e infaticati studj e l'immensa congerie di fatti anatomici, embriologici e paleontologici, per mezzo di cui vi sono arrivati insigni naturalisti quali Darwin, Haeckel, Gegenbaur.

La serie degli antenati dell'uomo, in ordine cronologico, parrebbe dunque, per ora, la seguente:

Moneri. Amebe. Sinamebe. Planeadi. Gastreadi. Archelminti. Scolecidi. Cordonii. Acranii. Monorini. Selaci. Dipneusti. Sozobranchi. Sozuri. Protamnioti. Promammali. Marsupiali. Prosimii. Menocerchi. Antropomorfi. Primi uomini estremamente selvaggi o pitecantropi. Uomini.

Quest'albero genealogico, non meno degli altri, è, ne'suoi dettagli, una semplice ipotesi provvisoria, ed ha un valore affatto relativo allo stato attuale delle nostre cognizioni. Però, per quante modificazioni di dettaglio vi apportassero gli studj futuri, è probabile che esso nei suoi tratti princi-

pali rimarrebbe invariato, e sovratutto è certo che non ne verrebbe modificato il valore della teoria generale della discendenza, appunto perchè basata su fatti generalissimi, i quali dalle ulteriori ricerche difficilmente potranno essere modificati.

## XI.

### *Conclusione.*

La teoria evolutiva dei vegetali e degli animali, con l'aiuto di fatti semplici e da tutti ammessi, e facilmente riscontrabili, quali sono l'influenza del nutrimento e del clima, la concorrenza vitale, la selezione naturale e sessuale, la variazione, che da esse tutte consegue, e l'eredità dei caratteri, che perpetua, moltiplicandoli, i mutamenti avvenuti, riesce a dare plausibile spiegazione dei fenomeni finora osservati negli organismi, specialmente per ciò che riguarda la formazione delle loro diverse specie, la loro successione nei tempi geologici, il loro sviluppo embrionale, la loro anatomia comparativa. Essa dunque ha tutti i caratteri di una teoria scientifica; e le conclusioni, che se ne traggono, posseggono un alto grado di probabilità. Tanto più che non vi è altra teoria scientifica, che

le faccia concorrenza, non potendosi escogitare, nello stato attuale delle nostre cognizioni, una diversa spiegazione dell'origine e successione degli organismi.

La teoria dell'evoluzione, dopo l'esame e il confronto di uno straordinario numero di fatti anatomici, fisiologici, embriologici, paleontologici, ci conduce a ritener come *probabile* la seguente conclusione: Negli antichissimi tempi geologici si formarono, con processo autogonico, i più semplici moneri, o globuli protoplasmatici; essi e i loro discendenti variarono incessantemente e senza fisso limite, in causa dell'adattamento (nutrizione, clima) e dell' eredità, combinate in vario modo dalla concorrenza vitale (lotta per la vita, selezione, ecc.); e variarono complicandosi e perfezionandosi sempre più. Quindi le forme organiche più complesse discesero dalle più semplici; cosicchè tra i varii gradi della serie paleontologica esiste il rapporto d'antenati e discendenti. Lo sviluppo filogenetico influenzò, per legge d'eredità e d' atavismo, lo sviluppo ontogenetico, cosicchè l'ontogenia divenne una ricapitolazione della filogenia. E questa ripetizione abbreviata rese possibile di ricostruire ipoteticamente il tramite e la successione delle forme evolutive, che furono le antenate dei singoli organismi attualmente esistenti.

Questa conclusione, per quanto sembri ardita, non è altro che un'applicazione, alle piante e agli animali, di quelle idee di sviluppo, che si accettano senza contestazioni, e hanno già dato grandi risultati in altre scienze.

La glottologia, o scienza del linguaggio, la quale non è altro infine che un ramo della storia naturale dell'uomo, adopera un metodo affatto identico a quello dell'anatomia comparata. Essa analizza e confronta, nelle più minute particolarità, gli idiomi antichi e moderni, e dalla loro somiglianza ricava l'idea della loro parentela, e la spiegazione storica della genesi delle varie forme grammaticali; e conclude che le lingue variarono e variano continuamente, e le une discendono dalle altre, con un processo di figliazione e d'evoluzione assai simile a quello, che la biologia riscontra nelle specie animali e vegetali.

La geologia studia i fenomeni, che si osservano attualmente alla superficie della terra (corrent atmosferiche e acquee, vulcani, ecc.) e gli effetti da quelli prodotti, e applica queste nozioni alla spiegazione della struttura superficiale del nostro pianeta. In tal modo essa ricostruisce la storia della terra, che è un lungo seguito di trasformazioni, operatesi in un tempo lunghissimo. La teoria della evoluzione organica adopera lo stesso metodo, ed applica alla storia degli animali e dei vegetali

le stesse conclusioni, che la geologia applicò alla storia della terra. È la teoria di Lyell, la teoria delle cause attuali, trasportata nella biologia.

L'astronomia fisica va dimostrando che nulla è stabile nell'universo. La teoria del Laplace spiega con leggi fisiche la formazione del sistema solare e conclude, come assai probabile, ch' esso è trasformazione d'una primitiva nebulosa. La teoria dello Schiaparelli indaga l'origine delle stelle cadenti, e le fa derivare dalle comete.

Le scienze moderne tendono a dimostrare che tutto si modifica, che ogni cosa è effetto di una passata e causa di una futura. E la biologia, venuta ultima in questo campo d'idee, e rinnovata dalla teoria evolutiva, contribuisce, con le scienze sorelle, a segnare un rilevante progresso nella cultura umana, e a rendere possibile un concetto monistico, meccanico dell'universo e della vita.

## XII.

### *Cenni storici e bibliografici.*

Non sarà forse senza interesse, dopo aver avuto un' idea dei principali fondamenti, su cui si basa la teoria della discendenza degli organismi, l' aver qualche cenno intorno al tempo e al modo, in cui essa si sviluppò, e intorno agli autori, che maggiormente contribuirono a escogitarla.

L'idea di spiegare in modo scientifico l' origine delle piante e degli animali è affatto moderna. Lo stesso Linneo (1735) non fece altro, relativamente a un tal problema, che fissare il concetto di specie, senza occuparsi della origine di essa *con dati positivi.* Cuvier fondò la paleontologia e l'anatomia comparata, e così aperse inconsciamente la via agli studj evolutivi. Allo stesso scopo contribuì Carlo Ernesto Bäer, che, riprendendo gli studj di Wolff (1759), pubblicò, dal 1828 al 1837, la sua gran-

d' opera sulla « Embriologia degli animali », e Carlo Lyell (1830), che applicò il concetto evolutivo alla geologia.

Chi veramente fondò la teoria della discendenza fu, nel 1809, Giovanni Lamarck, con la sua « Filosofia Zoologica », in cui si sforzò di dimostrare che l'origine delle varie specie di organismi ebbe luogo mercè la loro continua modificazione attraverso ai secoli. Di questa modificazione non seppe addurre altre cause che le mutazioni di clima e d'ambiente. Le idee del Lamarck trovarono favore presso alcuni distinti scienziati, quali G. Saint-Hilaire, Blainville, Goethe, Treviranus, Oken; ma ben presto furono dimenticate, e dal 1830 al 1859 regnò una completa indifferenza intorno al problema dell' origine della specie. Intanto però fervevano gli studj paleontologici, e sovratutto gli embriologici, specialmente per opera di Enrico Rathke (invertebrati), Guglielmo Bischoff (vertebrati), Carlo Vogt (anfibj e pesci), Giovanni Müller (echinodermi), Alberto Kölliker (cefalopodi), Federico Müller (crostacei), Remak, Huxley, ecc.; e così andavano accumulandosi i materiali, su cui poi dovea basarsi la futura dottrina della discendenza.

E chi la stabilì su basi razionali fu Carlo Darwin, il quale, oltre all' avere, dopo mezzo secolo di oblìo, risuscitate, anzi quasi create di nuovo, le

idee del Lamarck, vi aggiunse di suo quella parte, che fu poi chiamata specialmente darwinismo, cioè la teoria della selezione; e portò le sue ricerche sul campo sperimentale. Lamarck disse *che* i vegetali e gli animali variarono; Darwin dimostrò coi fatti *in qual modo, con quali processi, per quali cause* variarono; e così fece fare alla questione un passo gigantesco.

Carlo Darwin nacque il 12 febbraio 1809, a Shrewsbury, fu laureato a 22 anni, e dai 22 ai 27 anni intraprese un viaggio intorno al globo. Tornato in patria si diede, nei suoi vasti possedimenti, a lunghi e infaticati studj osservativi e sperimentali sulle razze di piante e di animali domestici. Dopo lungo lavoro, eccitato da una pubblicazione di R. Wallace, pubblicò nel 1859 la sua celebre opera sull'*Origine della specie,* la quale pose una vera rivoluzione nelle scienze naturali. Dalla generale teoria di discendenza scaturì la teoria della derivazione dell'uomo da forme pitecoidi, che fu brillantemente esposta nel 1863 da T. H. Huxley e poco dopo da C. Vogt e F. Rolle. Nel 1871, Darwin pubblicò l'*Origine dell'uomo,* ove trattò a lungo la questione della discendenza dell'uomo e della selezione sessuale; e poco prima e poco dopo varj altri lavori interessantissimi che riguardano direttamente o indirettamente la teoria dell'evoluzione. Carlo Darwin, uno dei più illustri

uomini del nostro secolo, è ancora vivente ed ha settantun'anni. Abita ora a Londra, ora in un suo tenimento nelle vicinanze della grande metropoli, e attende sempre con attività giovanile ai suoi diletti e fecondi studj.

Ma alla teoria restava ancora un passo da fare. Si sapeva che gli organismi variavano, s' era trovato per che probabili cause variavano; restava a trovare per qual tramite discesero le diverse forme, quale fu il reale nesso tra antenati e discendenti; restavano insomma a trovare le forme di passaggio e a costruire gli alberi genealogici degli organismi.

E questo importante suggello alla teoria fu posto da Ernesto Haeckel, che col Darwin divide l' onore di fondatore della moderna dottrina della discendenza. Egli, studiando gli organismi inferiori in rapporto coi superiori, e l' embriologia in rapporto con la paleontologia, giunse a trovare che l'embriologia, come già aveva intravveduto il Baer, è una ripetizione della filogenia, anzi ne è un effetto meccanico; e di lì potè sorgere a delineare la via di discendenza tenuta, durante le epoche geologiche, dalle varie forme organiche.

Ernesto Haeckel nacque il 16 febbrajo 1834 a Potsdam. Fin da fanciullo mostrò gran tendenza per le scienze naturali; a otto anni raccoglieva piante, a dodici dubitò delle specie vegetali. In seguito studiò botanica a Jena sotto Schleiden,

anatomia a Virzburg sotto Kölliker, anatomia comparata a Berlino sotto Giovanni Müller, patologia a Virzburg sotto Virchow, e nel 1857 a Berlino fu laureato in medicina. Già nel 1854 era stato a Helgoland col Müller, nel 1856 a Nizza col Müller e col Kölliker; nel 1859-60 stette in Italia, a Napoli e Messina, e studiò i Radiolarj, di cui nel 1862 pubblicò una grandiosa monografia. In seguito fu privato-docente, professore straordinario e poi ordinario all' Università di Jena. Viaggiò nel 1865 a Helgoland, nel 1866-67 a Lisbona, Madera, Teneriffa, Lanzerote, nel 1869 a Christiania e Bergen, nel 1871 a Trieste, Cattaro, nel 1873 in Oriente e in Egitto. Pubblicò nel 1866 la *Morfologia generale*, opera fondamentale in due volumi; nel 1868 la *Storia naturale della creazione*, in cui sviluppò ampiamente le sue dottrine; poi parecchie stupende monografie dei Moneri, delle Spugne calcari, ecc. ecc.; nel 1874 l' antropogenia o storia evolutiva dell' uomo; nel 1875-77 gli *Studj biologici* e la *Teoria della Gastrea*, e parecchi altri lavori. Ernesto Haeckel è tuttavia vivente, ha quarantasei anni, e dimora a Jena, ove è professore di Zoologia all' Università.

Moltissimi, tra i più illustri scienziati, in Inghilterra, in Germania, in Francia, negli Stati Uniti, nel Belgio, nell'Italia, ecc., sono sostenitori della teoria evolutiva; anzi, al dire di Oscar

Schmidt, nove decimi dei naturalisti, che ora vivono, o meglio, dei naturalisti che studiano e che lavorano, sono trasformisti. Basterà citare, tra i molti oltre Darwin e Haeckel, Huxley, Lubbock, Vogt, Gegenbaur, Hertwig, Schmidt, Giard, Delacaze-Duthiers, Lessona, Canestrini, ecc. ecc.

Per chi avesse vaghezza di conoscere più in dettaglio le dottrine evolutive, darò qui una breve nota, non già di tutti, ma solo dei principali lavori scritti sull'argomento, in ordine di tempo.

1. *Jean Lamarck.* Philosophie zoologique, 2 t. Paris 1809. — 2.ª ed. Paris 1873.
2. *Charles Lyell.* Principles of geology. London 1830, (trad. in francese).
3. *Carl Ernst Baer.* Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. 2 vol. 1828-37.
4. *Charles Darwin.* On the origin of species. London 1859. (trad. in ted. franc. e italiano).
5. *Thomas Huxley.* Place of man in nature. London 1863. (trad. in ted. franc. e italiano).
6. *Carl Vogt.* Vorlesungen über d. Menschen. 1863. (trad. in franc.).
7. *De Filippi.* L'uomo e le scimie. 1864.
8. *Fritz Müller.* Für Darwin. 1864.
9. *Ernst Haeckel.* Generelle Morphologie der Organismen. 2 vol. Berlin 1866.
10. *F. Rolle.* Der Mensch. Frankfort. 1866.

11. *John Lubbock*. Prehistoric Times. London 1867. (trad. in franc. ted. e italiano).
12. *Charles Darwin*. The variations of animals and plants under domestication. 2 vol. London 1868. (trad. in ted. franc. e italiano).
13. *Ernst Haeckel*. Natürliche Schöpfungsgeschichte. Berlin 1868. (trad. in franc.).
14. *G. Canestrini*. Sulla trasformazione della specie e sull'origine dell'uomo — nell'Ann. filos. del Lib. Pensiero. 1868.
15. *M. Wagner*. Die Darwinsche Theorie und die Migrationsgesetz. Leipzig 1868.
16. *A. R. Wallace*. Der malayische Archipel. (trad. ted.) 1769.
17. *G. Canestrini*. L'origine dell'uomo. Milano 1870.
18. *Charles Darwin*. The descent of man. London 1871. (trad. franc. ted. ital.).
19. id. The expression of the emotions in man and animals. London 1872. (trad. in franc. ted. e italiano).
20. *Ernst Haeckel*. Die Moneren und andere Protisten. 1870.
21. id. Die Kalkschwämme. Monographie — 3 vol. Berlin 1872.
22. *L. Büchner*. Der Mensch. Leipzig 1872. (trad. in franc. e in italiano).
23. *A. Schleicher*. Die Darwinsche Theorie und die Sprachwissenschaft. 2.ª ed. 1873.

24. *Carl Gegenbaur.* Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1874. (trad. in franc.).
25. id. Grundriss der vergleichende anatomie. Leipzig. 1878.
26. id. Untersuch zu vergl. Anatomie der Wirbelthiere.
27. *Ernst Haeckel.* Anthropogenie. Leipzig 1874. (trad. in francese).
28. id. Biologische Stüdien. 1875.
29. *G. Canestrini.* La teoria dell'evoluzione. 1877.
30. *Ernst Haeckel.* Gesammelte populäre Vorträge. Bonn 1879.
31. id. Les preuves du trasformisme. Traduit p. Jules Soury. Paris 1879.

FINE.

# INDICE